

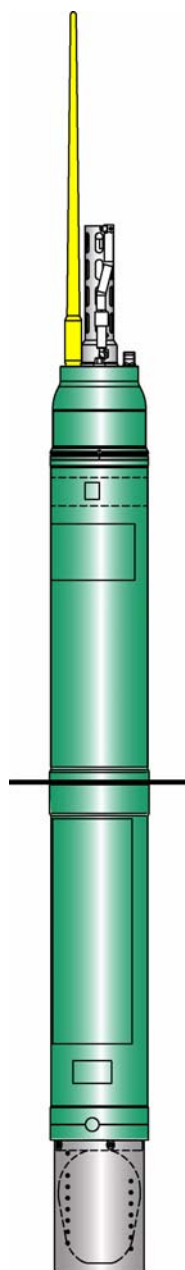


**MARTEC SERPE-IESM**  
**Z.I. des Cinq Chemins**  
**56520 GUIDEL - FRANCE**

Telephone: +33 (0)2 02 97 49 49 Fax: +33 (0)2 97 65 00 20  
Web : <http://www.martec.fr> - E-mail : [serpe-iesm@martec.fr](mailto:serpe-iesm@martec.fr)

**DATE : 01/08/05**  
**INDEX : A**  
**REF. : DOC05053**

## **PROVOR CTS-3**



## **USER MANUAL / MANUEL UTILISATEUR**

© MARTEC SERPE-IESM: This document is the property of MARTEC SERPE-IESM and contains proprietary and confidential information. The document is loaned on the express condition that neither the document itself nor the information contained therein shall be disclosed without the express consent of MARTEC SERPE-IESM and that the information shall not be used by the recipient without prior written acceptance by SERPE-IESM. Furthermore, the document shall be returned immediately to MARTEC SERPE-IESM upon request.





[illegible]

## TABLE OF CONTENTS

	Page
<b>1 . INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>2 . GENERAL DESCRIPTION OF CTS3 PROVOR FLOAT .....</b>	<b>3</b>
2.1.CTS2 v.s. CTS3, main evolutions .....	3
2.1.1.Buoyancy engine .....	3
2.1.2.Electronics .....	3
2.1.3.Embedded software .....	3
2.1.4.Battery pack .....	3
2.2.Hull .....	3
2.3.Density Control System .....	5
2.4.Sensors .....	5
2.5.Argos Transmitter .....	5
2.6.CPU Board .....	5
2.7.Battery .....	5
2.8.Accessories.....	5
<b>3 . THE LIFE OF A PROVOR FLOAT .....</b>	<b>6</b>
3.1.The Mission - Overview .....	6
3.2.Descent .....	7
3.3.Grounding .....	7
3.4.Submerged Drift.....	8
3.5.Ascent.....	8
3.6.Transmission.....	8
<b>4 . PROVOR PARAMETERS .....</b>	<b>9</b>
4.1.Missions parameters.....	9
4.2.Argos parameters .....	11
<b>5 . OPERATING INSTRUCTIONS .....</b>	<b>12</b>
5.1.Handling Precautions .....	12
5.2.Necessary Equipment .....	12
5.3.Connecting the PC .....	12
5.4.How to Send Commands .....	13
5.5.How to Read Parameter Values .....	13
5.6.How to Check the Time .....	14
5.7.Acceptance Tests .....	14
5.7.1.Inventory .....	14
5.7.2.Physical Inspection .....	14
5.7.3.Configuration Check .....	15
5.7.4.Functional Tests .....	15
5.8.How to Change Parameter Values .....	16
5.9.Launching .....	16
5.9.1.Test the Float and arm the mission .....	16
5.9.2.Remove protective plugs and magnet .....	17
5.9.3.Launch the Float .....	17
<b>6 . ARGOS FORMATS .....</b>	<b>18</b>
6.1.ARGOS Reminder .....	18
6.1.1.Reminder on ARGOS principle .....	18
6.1.2.Reminder on ARGOS Facilities .....	18
6.2.Overview .....	18
6.3.Descent profile CTD Message .....	19
6.3.1.Cyclic Redundancy Check .....	19
6.3.2.CTD Triplets .....	19

## TABLE OF CONTENTS

	Page
6.3.3. <i>Pressure Coding</i> .....	20
6.3.4. <i>Temperature Coding</i> .....	20
6.3.5. <i>Salinity Coding</i> .....	20
6.4. <i>Submerged Drift CTD Message</i> .....	20
6.4.1. <i>Cyclic Redundancy Check</i> .....	20
6.4.2. <i>CTD Triplets</i> .....	20
6.4.3. <i>Pressure Coding</i> .....	21
6.4.4. <i>Temperature Coding</i> .....	21
6.4.5. <i>Salinity Coding</i> .....	21
6.5. <i>Ascent profile CTD Message</i> .....	21
6.5.1. <i>Cyclic Redundancy Check</i> .....	21
6.5.2. <i>CTD Triplets</i> .....	21
6.5.3. <i>Pressure Coding</i> .....	21
6.5.4. <i>Temperature Coding</i> .....	22
6.5.5. <i>Salinity Coding</i> .....	22
6.6. <i>Technical Message</i> .....	22
6.6.1. <i>Descent Data</i> .....	24
6.6.2. <i>Drift Data</i> .....	24
6.6.3. <i>Ascent Data</i> .....	24
6.6.4. <i>Housekeeping Data</i> .....	24
6.7. <i>Life Expiry Message</i> .....	24
<b>7 . SPECIFICATIONS</b> .....	<b>25</b>
<b>8 . HOW PROVOR WORKS</b> .....	<b>26</b>
<b>9 . LITHIUM BATTERY</b> .....	<b>28</b>
<b>10 . GLOSSARY</b> .....	<b>29</b>

## SOMMAIRE

	Page
<b>1 . INTRODUCTION .....</b>	<b>30</b>
<b>2 . DESCRIPTION GENERALE DU FLOTTEUR PROVOR .....</b>	<b>32</b>
2.1.PROVOR CTS-3, évolutions .....	32
2.1.1.Motorisation hydraulique .....	32
2.1.2.Electronique .....	32
2.1.3.Logiciel embarqué .....	32
2.1.4.Bloc piles .....	32
2.2.Tube .....	32
2.3.Système de contrôle de densité .....	34
2.4.Capteurs .....	34
2.5.Emetteur Argos .....	34
2.6.Carte CPU .....	34
2.7.Piles .....	34
2.8.Accessoires .....	34
<b>3 . LA VIE D'UN FLOTTEUR PROVOR .....</b>	<b>35</b>
3.1.Vue d'ensemble de la mission .....	35
3.2.Descente .....	36
3.3.Echouage .....	37
3.4.Dérive immergée .....	37
3.5.Remontée .....	37
3.6.Transmission .....	38
<b>4 . PARAMETRES PROVOR .....</b>	<b>39</b>
4.1.Paramètres de la mission .....	39
4.2.Paramètres Argos .....	41
<b>5 . INSTRUCTIONS D'UTILISATION .....</b>	<b>42</b>
5.1.Précautions de manutention .....	42
5.2.Matériel nécessaire .....	42
5.3.Connexion à un PC .....	42
5.4.Transmission des commandes .....	43
5.5.Lecture des valeurs paramétrées .....	43
5.6.Vérification de l'horloge .....	44
5.7.Tests lors de la réception .....	44
5.7.1.Inventaire .....	44
5.7.2.Inspection matérielle .....	44
5.7.3.Vérification de la configuration .....	45
5.7.4.Tests fonctionnels .....	45
5.8.Modification des valeurs paramétrées .....	46
5.9.Mise à l'eau .....	46
5.9.1.Vérifier le flotteur et armer la mission .....	46
5.9.2.Enlever les bouchons de protection et l'aimant .....	47
5.9.3.Mettre le flotteur à l'eau .....	47
<b>6 . FORMATS ARGOS .....</b>	<b>48</b>
6.1.Rappel sur le système ARGOS .....	48
6.1.1.Rappel sur le principe ARGOS .....	48
6.1.2.Rappel sur les installations ARGOS .....	48
6.2.Vue d'ensemble .....	48
6.3.Message CTD en profil descente .....	49
6.3.1.Vérification de la redondance cyclique .....	49
6.3.2.Triplet CTD .....	49

## SOMMAIRE

	Page
6.3.3.Codage de la pression .....	50
6.3.4.Codage de la température .....	50
6.3.5.Codage de la salinité .....	50
6.4.Message CTD dérive immergée .....	50
6.4.1.Vérification de la redondance cyclique .....	50
6.4.2.Triplet CTD .....	50
6.4.3.Codage de la pression .....	51
6.4.4.Codage de la température .....	51
6.4.5.Codage de la salinité .....	51
6.5.Message CTD profil de remontée .....	51
6.5.1.Vérification de la redondance cyclique .....	51
6.5.2.Triplets CTD .....	51
6.5.3.Codage de la pression .....	52
6.5.4.Codage de la température .....	52
6.5.5.Codage de la salinité .....	52
6.6.Message technique .....	52
6.6.1.Donnée de descente .....	54
6.6.2.Données de dérive .....	54
6.6.3.Données de remontée .....	54
6.6.4.Données de gestion .....	54
6.7.Message de fin de vie .....	54
<b>7 . SPECIFICATIONS .....</b>	<b>55</b>
<b>8 . FONCTIONNEMENT DU PROVOR .....</b>	<b>56</b>
<b>9 . PILES LITHIUM .....</b>	<b>58</b>
<b>10 . GLOSSAIRE .....</b>	<b>59</b>



## **1. INTRODUCTION**

PROVOR is a subsurface profiling float developed jointly by IFREMER and MARTEC Group.

The PROVOR float described in this manual is designed for the Argo Program. This international program will be a major component of the Global Ocean Observing System (GOOS). It is expected to have an array of 3,000 free-drifting profiling floats by the year 2004. These floats will measure the temperature and salinity of the upper 2,000 meters of the ocean, allowing continuous monitoring of the ocean's climate.

All Argo measurements will be relayed and made publicly available within hours after collection. The data will provide a quantitative description of the evolving state of the upper ocean and the patterns of ocean climate variability, including heat and freshwater storage and transport. It is expected that Argo data will be used for initialisation of ocean and coupled forecast models, and for dynamic model testing. A primary focus of Argo is seasonal to decadal climate variability and predictability.

After launch, PROVOR's mission consists of a repeating cycle of descent, submerged drift, ascent and data transmission. During these cycles, PROVOR dynamically controls its buoyancy with a hydraulic system. This hydraulic system adjusts the density of the float causing it to descend, ascend or hover at a constant depth in the ocean.

The user selects the depth at which the system drifts between descent and ascent profiles. PROVOR continually samples the pressure at this drift depth and maintains that depth within approximately 30 m.

After the submerged drift portion of a cycle, the float proceeds to the depth at which the ascending profile is to begin. The ascent profile starting depth (typically the Argo-selected depth of 2,000 m) is not necessarily the same as the drift depth.

During its mission, PROVOR collects measurements of three parameters "salinity, temperature and depth (CTD)" and saves them in its memory. These measurements can be made during the float descent (descent profile), during the submerged drift period (Lagrangian operation) and during the ascent (ascent profile).

After each ascent, PROVOR transmits its saved data to satellites of the Argos system. The volume of data is reduced using a compression algorithm in order to reduce the time needed for transmission. The Argos system calculates the float's position during its stay on the sea surface.

This manual describes the PROVOR float, how to use it and safety precautions to be observed during handling.

Please read this manual carefully to ensure that PROVOR functions as intended.

**PROVOR PT: Temperature vs Depth**

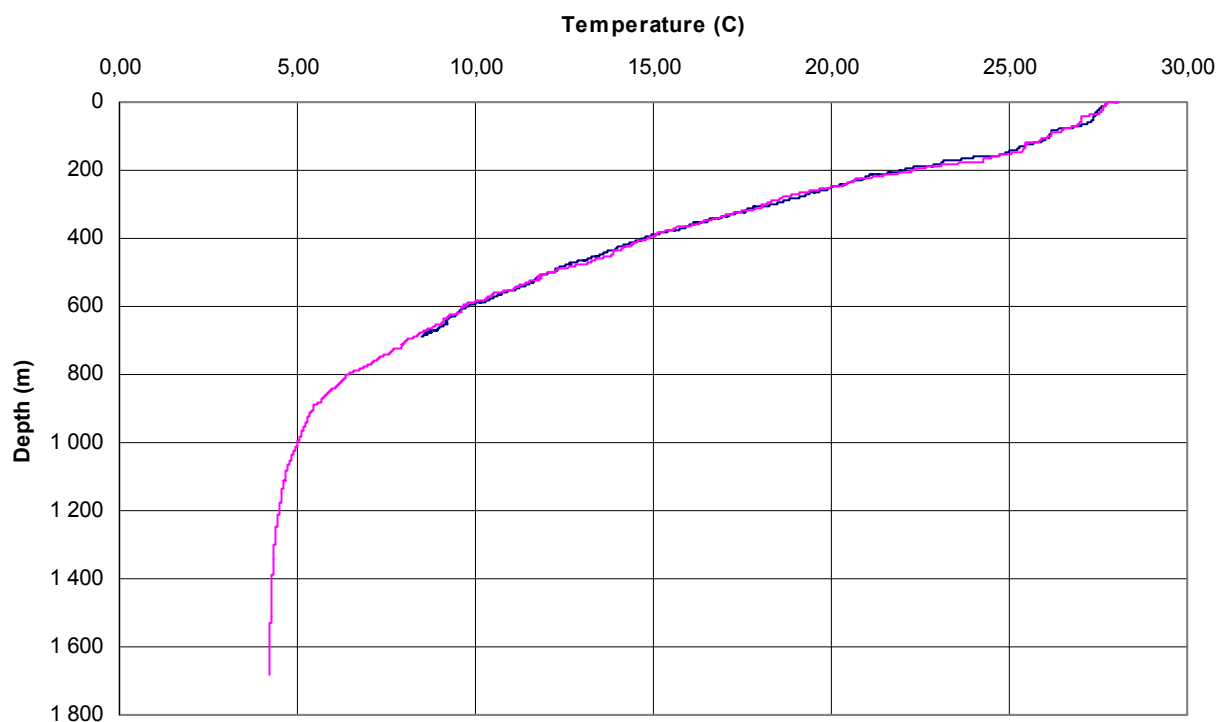


Figure 1: sample PROVOR temperature profile

The descending and ascending profiles are almost identical, indicating that the float operation was in the same water mass for the entire test.

## **2. GENERAL DESCRIPTION OF CTS3 PROVOR FLOAT**

### **2.1. CTS2 v.s. CTS3, main evolutions**

The evolutions of CTS3 with regard of CTS2 PROVOR float are mainly:

- buoyancy engine,
- electronics,
- embedded software,
- battery pack.

#### **2.1.1. Buoyancy engine**

The PROVOR CTS-3 float is equipped with a new hydraulic pump with a better efficiency.

The engine drilled block is adapted in mind to insert new additional sensors (hydrophones, etc.) for future projects.

#### **2.1.2. Electronics**

A new CPU board has been developed to take in account the obsolescence of components of the CTS-2 float.

#### **2.1.3. Embedded software**

The CPU board is equipped with a new embedded software taking in account supplementary inputs and possibilities required by the PROVOR CTS-3 float.

#### **2.1.4. Battery pack**

The battery pack was redesigned to increase the number of cycles of the equipment. The power supply is 10.8 V instead of 14.4 V.

### **2.2. Hull**

The PROVOR float is encased in an aluminium cylinder measuring 17 cm in diameter and 120 cm in height. A surface finish prolongs life by impeding corrosion. The float is carefully designed to have a compressibility that is lower than that of seawater, essential for stable operation at ocean depths where pressures reach 200 atmospheres.

The influence of surface swell upon the instrument's heave is attenuated by a damping disk positionned at the middle of the hull.

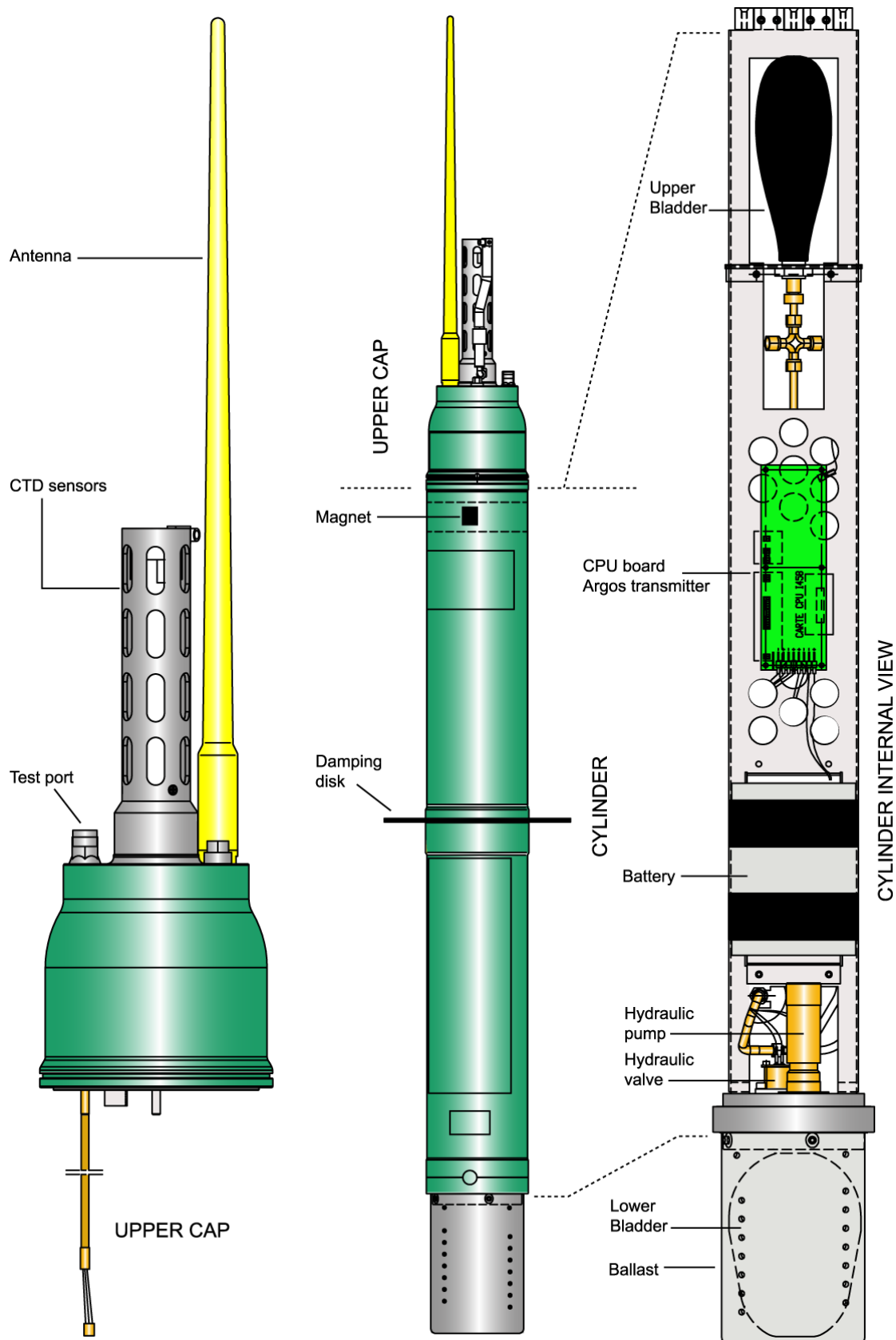


Figure 2: General view of PROVOR float

### **2.3. Density Control System**

Descent and ascent depend upon buoyancy. PROVOR is balanced when its density is equal to that of the level of surrounding water. The float has a fixed mass. A precision hydraulic system is used to adjust its volume. This system inflates or deflates an external bladder by exchanging oil with an internal reservoir. This exchange is performed by a hydraulic system comprising a high-pressure pump and a solenoid valve. The interested reader is referred to a more detailed description of the operation of PROVOR's density control system in section 8. [page 26](#).

### **2.4. Sensors**

PROVOR is equipped with precision instruments for measuring pressure, temperature and salinity with the SEABIRD SBE41CP CTD sensors. Specifications of the sensor is provided in section 7. [page 25](#).

### **2.5. Argos Transmitter**

While on the surface, the Argos transmitter sends stored data to the satellites of the Argos system (see sections 6.1. [page 18](#) et 6.2. [page 18](#)). The transmitter has a unique ID assigned by Argos. This ID identifies the individual float. The Argos antenna is mounted on the top end of the PROVOR float and must be above the sea surface in order for transmissions to reach the satellites.

### **2.6. CPU Board**

This board contains a micro-controller (or CPU) that controls PROVOR. Its functions include maintenance of the calendar and internal clock, supervision of the depth cycling process, data processing and activation and control of the hydraulics.

This board allows communication with the outside world for the purpose of testing and programming.

### **2.7. Battery**

A battery of lithium thionyl chloride cells supplies the energy required to operate PROVOR.

### **2.8. Accessories**

PROVOR float users can be provided with an interface cable and communication software for programming the float and for checking float functions.

### 3. THE LIFE OF A PROVOR FLOAT

The life of a PROVOR float is divided into four phases: Storage/Transport, Deployment, Mission, and Life Expiry.

(1) Storage/Transport

During this phase, the float, packed in its transport case, awaits deployment. The electronic components are dormant, and PROVOR's buoyancy control functions are completely shut down. This is the appropriate status for both transport and storage.

(2) Deployment

The float is removed from its protective packaging, configured, tested and launched at sea.

(3) Mission

The Mission begins with the launching of the float. During the Mission, PROVOR conducts a pre-programmed number of cycles of descent, submerged drift, ascent and data transmission. During these cycles it collects CTD data and transmits it to the Argos satellite system.

(4) Life Expiry

Life Expiry begins automatically upon completion of the pre-programmed number of cycles. During Life Expiry, the float, drifting on the sea surface, periodically transmits messages until the battery is depleted. Reception of these messages makes it possible to locate the float, to follow its movements and, if desired, to recover it. PROVOR floats are designed to be expendable, so recovery is not part of its normal life cycle.

If the battery is depleted before completion of the pre-programmed number of cycles, PROVOR will probably remain submerged and cannot be located or recovered.

#### 3.1. The Mission - Overview

We call "Mission" the period between the moment when the float is launched at the experiment zone and the moment when the data transmission relating to the final depth cycle is completed.

During the Mission, PROVOR conducts ascent and descent profiles, separated by periods of Argos transmitting and drifting at a predetermined depth. PROVOR can collect data during the descent, submerged drift, or ascent portions of the cycle, and transmits the collected data during the surface drift period at the end of each cycle. One cycle is shown in figure herunder.

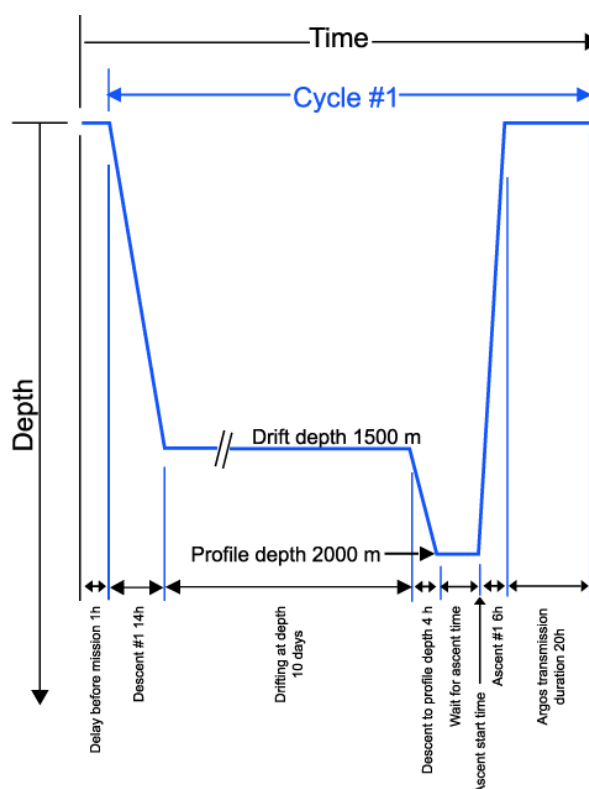


Figure 3: Schematic representation of a PROVOR's depth-cycling during the Mission.

### (1) Delay Before Mission

To prevent PROVOR from trying to sink before it is in the water, the float waits for this time before starting its descent. This happens only before the first cycle; it is not repeated at each cycle.

### (2) Descent

The float descends at an average speed of 5 cm/sec. During descent, which typically lasts a few hours, PROVOR can detect possible grounding on a high portion of the seabed and can move away from such places (see section 3.3. page 7 for more on grounding). PROVOR can collect CTD measurements during descent or ascent.

In order to respect the requirement of the ARGO program, the first cycle of the mission collect CTD measurements during the descent at the sampling period of 10 seconds.

### (3) Drifting at Depth

During the drift period, PROVOR drifts underwater at a user-selected drift depth, typically 1,000 m to 1,500 m below the sea surface. The drift period is user-selectable and can last from a few days to several weeks, but is typically 10 days. The float automatically adjusts its buoyancy if it drifts from the selected depth by more than 5 bars over a 60-minute period. PROVOR can collect CTD measurements at user-selected intervals during this drift period if the user selects this option.

### (4) Descent to Profile Depth

The user may select a starting depth for the ascent profile that is deeper than the drift depth. If this is the case, PROVOR must first descend to the profile depth before beginning the ascent profile. PROVOR can detect a possible grounding during this descent and take corrective action (as described on section 3.3. page 7).

### (5) Wait for Ascent Time

The user can program several floats to conduct profiles simultaneously. This makes it possible to use several PROVOR floats in a network of synoptic measurements, even though the instruments are not all deployed at the same time. If this is the case, it may be necessary for PROVOR to standby at the profile starting depth while awaiting the scheduled ascent time.

### (6) Ascent

Ascent lasts a few hours, during which time PROVOR ascends to the sea surface at an average speed of 10 cm/sec. PROVOR can collect CTD measurements during ascent or during descent.

### (7) Transmission

At the end of each cycle, the float finds sufficient buoyancy to ensure Argos transmission quality. PROVOR remains at the sea surface transmitting the data collected during the preceding descent-drift-ascent portion of the cycle.

The duration of the Argos transmission period and the interval between transmissions can both be set by the user. The choices depend upon the quantity of data that PROVOR must transmit and the latitude of the float. In order to conserve battery life and minimize the chance of collision with shipping, the duration of this transmission period should be no longer than necessary. A transmission duration of 12 hours is usually more than adequate to ensure reception of all data collected during the cycle. The Argos satellite system receives the data and calculates the float's location during this transmission period.

## 3.2. Descent

While the float is still at the sea surface PROVOR measures and records its pressure sensor offset. This offset is used to correct all pressure measurements. The offset is transmitted in a technical message (see section 6. page 18 for a description of the technical message format).

Descent takes the float from the sea surface to the drift depth. Initially - in order to avoid possible collision with shipping - PROVOR's objective is to lose buoyancy in the shortest possible time. It does this by opening the solenoid valve for a time period that is initially long, but decreases as the float approaches its target depth. This behaviour can be seen in the sample descent data shown in Figure 8: page 27.

If the user chooses, PROVOR will collect CTD measurements during descent or during ascent. The interval between CTD measurements is user-programmable.

## 3.3. Grounding

PROVOR monitors itself for possible grounding on the seabed. During descent to drift depth, if the pressure remains unchanged for too long, PROVOR enters a correction mode. The user selects one of two available modes during Mission programming before launch:

- Grounding Mode = 0: The pre-programmed drift depth is disregarded. The pressure at the time of grounding minus an offset (5 bar) is taken as the new value for the drift pressure. The float adjusts its buoyancy to reach this new drift depth. The drift depth reverts to its programmed value for subsequent cycles.  
 If the grounded pressure is lower than a programmed threshold (20 bar), the float remains on the seabed until the next programmed ascent time.
- Grounding Mode = 1: the float remains where it is until the next scheduled ascent time. The pressure measured at grounding becomes the profile start pressure for the cycle in progress. The profile start pressure reverts to its programmed value for subsequent cycles.

### **3.4. Submerged Drift**

While PROVOR is drifting at drift depth, it checks the external pressure every 30 minutes to determine whether there is need either for depth adjustment or for an emergency ascent.

If the measured pressure differs from the drift depth pressure by more than a specified tolerance - and this difference is maintained - PROVOR adjusts its buoyancy to return to the drift depth.

If the pressure increases by an amount that exceeds a factory-set danger threshold, PROVOR immediately ascends to the sea surface.

If the user chooses, PROVOR will collect CTD measurements at user-selected intervals during submerged drift.

### **3.5. Ascent**

If the chosen ascent profile starting pressure is higher than the drift pressure, the float must first descend to reach the profile starting pressure.

If grounding is detected while PROVOR is descending to the profile starting pressure, the present pressure is substituted for the profile starting pressure. This substitution is only for the cycle in progress; the profile starting pressure reverts to its pre-programmed value for subsequent cycles.

Once the profile starting pressure has been reached, the float waits for the programmed time to begin the ascent. If this time is reached before the float has arrived at the profile starting pressure, the ascent starts immediately.

PROVOR ascends by repeated use of the pump. When the pressure change between two successive measurements is less than 1 bar, the pump is activated for a pre-set time period. In this way, the pump performs minimum work at high pressure, which ensures minimum electrical energy consumption. The average speed of ascent is approximately 10 cm/sec. For a 2,000 m profile, the ascent would, therefore, last 6 hours. Please refer to [Figure 7: page 26](#) for a chart of PROVOR's speed during a typical ascent.

When the pressure drops below 1 bar (signifying completion of ascent), PROVOR waits 10 minutes and then activates the pump. It does this to empty the reservoir and obtain maximum buoyancy.

If the user chooses, PROVOR will collect CTD measurements during descent or/and during ascent. CTD measurements begin at the profile start time and stop 10 minutes after the float rises above the 1 bar isobar in its approach to the sea surface. The interval between CTD measurements is user-programmable. For example, during a profile beginning at 2,000 m with a 10 sec sampling period, 2,200 CTD measurements will be collected.

### **3.6. Transmission**

The data transmission process takes into account the limitations of the Argos data collection system, including:

- the flight frequency of the satellites above the experiment zone;
- the uncertainty of the float's antenna emerging in rough seas;
- radio propagation uncertainties due to weather conditions, and;
- the satellites' operational status.

PROVOR creates transmission messages from the stored data. The transmission of all messages is repeated until the total duration of transmissions exceeds the user-programmed minimum duration. The interval between transmissions is also user-programmable.

Please refer to section [6. page 18](#) for detailed descriptions of the transmitted message formats.



### 4. PROVOR PARAMETERS

PROVOR's configuration is determined by the values of its mission and Argos parameters defined below. Instructions on how to read and change the values of these parameters are provided in sections 5.5. page 13 and 5.8. page 16, respectively. The following table summarizes all parameter names, ranges and default values.

Command. Number	Name	Def. value	Units
<b>Missions parameters</b>			
PM0	Number of Cycles	255	
PM1	Cycle Period	10	Days
PM2	Reference Day	2	Days number
PM3	Ascent Time	23	Hours
PM4	Delay Before Mission	0	Minutes
PM5	Descent Sampling Period	0	Seconds
PM6	Drift Sampling Period	12	Hours
PM7	Ascent Sampling Period	10	Seconds
PM8	Drift Depth	1000	Decibars
PM9	Profile Depth	2000	Decibars
PM10	Delay before profile	10	Hours
PM11	Threshold surface/bottom Pressure	200	Decibars
PM12	Thickness of the surface slices	10	Decibars
PM13	Thickness of the bottom slices	25	Decibars
<b>Argos parameters</b>			
PA0	Argos Transmission Period	40	Seconds
PA1	Retransmission	25	
PA2	Argos Transmission Duration	6	Hours
PA3	Number of Argos ID	1	
PA4	Argos ID	0000000	

Table 1: Summary of PROVOR's User-Programmable Parameters

#### 4.1. Missions parameters

##### PM(0) Number of Cycles

This is the number of cycles of descent, submerged drift, ascent and transmission that PROVOR will perform. The mission ends and PROVOR enters Life Expiry mode when this number of cycles has been completed.

Capacity of PROVOR's batteries is sufficient for at least 150 cycles. If you wish to recover PROVOR at the end of the mission, you must set the number of cycles at less than 150 to ensure there is sufficient battery capacity remaining to allow PROVOR to return to the sea surface and enter Life Expiry.

Under favourable conditions, the battery capacity may exceed 150 cycles. If you do not plan to recover the float, you may choose to set the number of cycles to 255 to ensure that PROVOR completes the maximum number of cycles possible.

- PM(1) Cycle Period (days)  
 The duration of one cycle of descent, submerged drift, ascent and transmission. PROVOR waits submerged at the drift depth for as long as necessary to make the cycle the selected duration.
- PM(2) Reference Day (day number)  
 Allows you to configure a group of floats so that they all conduct their profiles at the same time. The parameter defines a particular day on which the first profile is to be made. When the float's internal clock's day number equals the reference day, it will conduct its first profile.  
 The float's internal clock day number is set to zero when the mission starts. When setting the reference day, it is recommended to allow enough time between the deployment and reach of profiling depth. Using a reference day of at least 2 will ensure the first profile is complete.
- PM(3) Ascent Time (hours)  
 Time of day to start ascent profiles, according to 24-hour clock.
- PM(4) Delay Before Mission (minutes)  
 To prevent PROVOR from trying to sink while still on deck, the float waits for this time before commanding the buoyancy engine to start the descent. After disconnection of the PC, followed by removal of the magnet, PROVOR will wait for this delay before beginning the descent. The delay is measured after the first start of the pump which confirms the removal of the magnet (see section [5.9.1. page 16](#)) and before the start of the descent.
- PM(5) Descent Sampling Period (seconds)  
 The time interval between successive CTD measurements during descent.  
 If this parameter is set to 0 seconds, no profile will be carried out during the descent phase. Nevertheless, due to the ARGO requirements, the first descent profile of the mission is automatically done even if the parameter was equal to 0.
- PM(6) Drift Sampling Period (hours)  
 The time interval between successive CTD measurements during PROVOR's stay at the drift depth.
- PM(7) Ascent Sampling Period (seconds)  
 The time interval between successive CTD measurements during ascent.
- PM(8) Drift Depth (dbar)  
 The depth at which PROVOR drifts after completion of a descent while awaiting the time scheduled for the beginning of the next ascent.
- PM(9) Profile Depth (dbar)  
 Depth to begin profiling, if an ascending profile, and the ending depth, if a descend profile. If PROVOR is drifting at some shallower depth, it will first descend to the profile depth before starting the ascent profile.
- PM(10) Delay before profile (hours)  
 Delay to reach the profile depth. It is the time between the end of the drift phase and the beginning of the profile. This value should be long enough to allow the float to descend from drift to profile depth at 5 cm/s.
- PM(11) Threshold surface/bottom Pressure (dbar)  
 The isobar that divides shallow depths from deep depths for the purpose of data reduction.
- PM(12) Thickness of the surface slices (dbar)  
 Thickness of the slices for shallow depths (algorithm of data reduction).
- PM(13) Thickness of the bottom slices (dbar)  
 Thickness of the slices for deep depths (algorithm of data reduction).

#### **4.2. Argos parameters**

**PA(0) Argos Transmission Period (seconds)**

The time interval between successive Argos transmissions. If you use a short transmission period, Argos messages will be sent more frequently, improving the chances of reception. However, a shorter period also increases the fees charged to you by Argos. You must request the period that you want from Argos, and then you must use the value that they assign.

**PA(1) Retransmission**

Argos messages retransmission. Retransmission rate is calculated according to the number of messages to transmit.

**PA(2) Argos Transmission Duration (hours)**

The time that PROVOR will remain on the surface transmitting its data at the end of each cycle. At lower latitudes you may wish to increase the value of this parameter to increase the probability of reception of all of your data.

**PA(3) Number of Argos ID**

The number of addresses for the Argos transmitter. Up to 4 identification numbers are available. The Argos transmission period between each Argos messages is divided by the Number of ARGOS ID.

**PA(4) Argos ID**

The identification number for the Argos transmitter. It is a 7-character hexadecimal number. This parameter must be set to the value provided by Argos.

It is always possible to use an old Argos ID onto 5-character hexadecimal number. Then, the two last digits must be set to 00.

## **5. OPERATING INSTRUCTIONS**

The following instructions tell you how to handle, configure, test and launch your PROVOR float. Please read these instructions carefully and follow them closely to ensure your PROVOR float functions as intended.

### **5.1. Handling Precautions**

PROVOR is designed to withstand submersion at great depths for long periods of time (up to five years). This remarkable specification in oceanographic instrumentation is possible thanks to the protection of the casing by an anti-corrosion coating. This coating is sensitive to impact. Damage to the coating can accelerate the corrosion process.

**NOTE:** *Take precautions to preserve the anti-corrosion coating during handling. Remove the float from its packing only when absolutely necessary.*

**NOTE:** *The plastic housing of PROVOR's test port can easily be broken. Be careful to protect it from impact.*

**NOTE:** *Regulations state that PROVOR must not be switched on during transport.*

### **5.2. Necessary Equipment**

The tools necessary to check that PROVOR is functioning correctly and to prepare it for the Mission are:

- (1) A PC.  
The most convenient way of communicating with PROVOR is with a PC in terminal emulation mode. Among other advantages, this allows storage of configuration parameters and commands. You can use any standard desktop or laptop computer. The PC must be equipped with a serial port (usually called COM1 or COM2).
- (2) VT52 or VT100 terminal emulation software.  
The Hyper Terminal emulation software can be used.
- (3) An RS232 interface cable.  
You will need an RS232 interface cable to connect between PROVOR and the PC. This is provided with PROVOR when it arrives from the factory.
- (4) An accurate time source.  
This could be a wristwatch, a GPS receiver or the PC's internal clock. Some users use a GPS receiver connected to the PC to adjust the clock.
- (5) An Argos test set.  
This device receives Argos messages directly from the transmitter for test purposes.

### **5.3. Connecting the PC**

Connect the PC's serial port (usually called COM1 or COM2) to PROVOR using the interface cable provided. The connection to PROVOR is via its test port - an XSJ-5-BCR submersible connector located on the float's upper cover (see [Figure 2: page 4](#)). Remove the protective cover from the test port and insert the interface cable's connector, taking care not to break the plastic housing of the test port.

**NOTE:** *Before inserting, check that the interface cable's connector is oriented correctly. Failure to orient the connector correctly before insertion could damage the contacts.*

Use your PC's terminal emulation software to configure the selected serial port for:

- 9,600 baud
- 8 data bits
- 1 stop bit
- no parity
- full duplex
- no flow control

The pin-out for the PROVOR's test port is shown below:

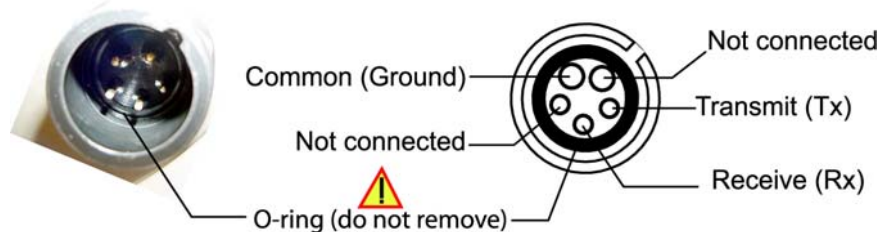


Figure 4: Test port pin-out, view from above

### 5.4. How to Send Commands

You must communicate with PROVOR to verify or change its configuration parameters, to read data from the float, or to test the float's functions. You perform these verifications/changes by sending commands, and by observing the float's response to those commands. Compose commands by typing characters on the keyboard of your PC, and send them to PROVOR by pressing the Enter key.

In the following descriptions of commands we will use the general syntax:

- Keystrokes entered by the user are written in **bold**.
- Replies received from the float are in normal font.
- Commands entered by the user end with the Enter key.

To begin communication with PROVOR, remove the magnet. PROVOR should respond with initialization information (Serial Number and software version) followed by a ] prompt character. For example:

```
SN05123 / V4.65
]
```

Where 05123 is the serial number (year 05, identification 123) and V4.65 the software version.

This means that PROVOR is functioning and awaiting your command(s).

### 5.5. How to Read Parameter Values

Read the values of parameters by sending the PM command. Do this by typing the characters **?PM** in response to PROVOR's ] prompt character. End the command by pressing the Enter key. It should look like this:

**?PM**

PROVOR will respond:

```
<PM0    255>
<PM1    10>
<PM2     2>
<PM3    23>
<PM4     0>
<PM5     0>
<PM6    12>
<PM7    10>
<PM8   1000>
<PM9   2000>
<PM10   10>
<PM11  200>
<PM12   10>
<PM13   25>
```

]

As you can see, the responses are of the form:

- PM parameter number, value.

You can also read the values of the parameters individually using commands of the form

**? PM X**

where **X** identifies the parameter. Each parameter is identified by a parameter number corresponding to a parameter name. These are summarised for your reference in [Table 1: page 9](#).

For example, to verify the value of the ascent sampling period, send the command:

**? PM 7**

PROVOR will respond:

<PM7 10>

]

where 10 is the sampling period in ascent (refer to [Table 1: page 9](#)).

### 5.6. How to Check the Time

Connect the PC to the float using the RS232 interface cable (refer to section [5.3. page 12](#)).

Ask PROVOR to display the time stored in its internal clock by sending the command:

**? TI**

(Do this by typing the characters **? TI** followed by the Enter key.

PROVOR will respond:

<TI a2005 m4 j12 h14 m41 s41>

]

with the time in the format YYYY/MM/DD hh:mm:ss

### 5.7. Acceptance Tests

Immediately upon receipt of the PROVOR float, you should test it to confirm that it is complete, correctly configured and has not been damaged in shipment. If your PROVOR float fails any of the following tests, you should contact MARTEC SERPE-IESM.

#### 5.7.1. Inventory

The following things should have arrived with your PROVOR float:

- This user's manual.
- RS232 interface cable (if not previously supplied).
- Test sheet.

**NOTE: Disassembly of the float voids the warranty.**

Check that all of the above items are present. If any are missing, contact MARTEC SERPE-IESM.

#### 5.7.2. Physical Inspection

Upon the opening of the transport casing, visually inspect the float's general condition:

Inspect the transport container for dents, damage, signs of impact or other signs that the float has been mishandled during shipping.

Inspect the CTD sensor, antenna, hull, housing around the lower bladder, and the test port for dents or any other signs of damage (refer to [Figure 2: page 4](#) for the locations of these components).

**NOTE: Ensure the magnet is in place against the hull.**

### 5.7.3. Configuration Check

The float has been programmed at the factory. The objective of this portion of the acceptance test is to verify the float's configuration parameters.

Connect the PC to the float using the RS232 interface cable (refer to section 5.3. page 12) and remove the magnet.

Send the PM command, as explained in section 5.5. page 13, to verify that PROVOR's parameters have been set correctly.

### 5.7.4. Functional Tests

Connect the PC to the float using the RS232 interface cable (refer to section 5.3. page 12) and remove the magnet.

**NOTE:** *The hydraulic components will function correctly only if the float is in a vertical position with the antenna up.*

Orient the float vertically, and support it to prevent it from falling over during the performance of the functional tests.

PROVOR has several commands that allow you to test its various functions.

#### 5.7.4.1. Display of technological parameters

This command is used to display:

- Internal vacuum (V).  
This vacuum is drawn on the float as one of the final steps of assembly. It should be between 600 and 800 mbar absolute. 700 mbar is recommended.
- Hydraulic tank level (LE).  
The tank level will be 0 or 1920 cm<sup>3</sup>. For this command to report a valid value, the float must be standing upright. If the level is 1920, use the **!RE** command to return the level to 0.
- Battery voltage (B).  
Normal values for a new battery are 10.8 volts, respectively (see test sheets for limits)

Send the command:

**?TE**

PROVOR will respond with:

<V:845 LE:0 B:10400>.

#### 5.7.4.2. Display Sensor Data

This command is used to display:

- External pressure (P).
- External Temperature (T).
- External Salinity (S).

Send the command:

**?S**

PROVOR will respond with:

<S P10cBars T22956mdc S0mPSU>

As this sensor is in open-air, only the temperature data should be regarded as accurate.

#### 5.7.4.3. Test Hydraulic Pump

To activate the pump for one second, send the command:

**!P 10**

Listen for the pump running.



### 5.7.4.4. Test Hydraulic Valve

To activate the valve for one second, send the command:

**!E 10**

Listen for the actuation of the valve.

### 5.7.4.5. Test Argos Subsystem

To test the Argos transmitter, send the command:

**!SE**

The float will respond for the number of hours programmed (PA2).

Put the magnet back in place to stop the transmission.

This command will cause PROVOR to transmit several messages. They are technical messages, the format of which is described in [section 6. ARGOS FORMATS page 18](#). Use your Argos test set to receive the message. The message content is not meaningful, this is a test of the transmission only, but the test messages do have valid Argos IDs and CRCs.

You have now completed the functional tests. Ensure the magnet is in place.

## 5.8. How to Change Parameter Values

Your PROVOR float has been pre-configured at the factory. Should you wish to change any of the float's parameters, you must follow the instructions provided below.

Connect the PC to the float using the RS232 interface cable ([section 5.3. Connecting the PC page 12](#)).

You can read parameter values at any time (by sending the PM command as explained in [section 5.5. How to Read Parameter Values page 13](#)).

The commands for changing the values of the mission parameters are of the form:

**!PM X Y**

where X identifies the parameter and Y provides its new value.

Remember that you may use the parameter number in place of X (see [Table 1: page 9](#) for a summary of all parameter numbers).

For example, to change the number of cycles to 150 send the command:

**!PM 01 150**

PROVOR will respond:

<PM1 150>

***NOTE: PROVOR will always respond by confirming the present value of the parameter. This is true even if your attempt to change the parameter's value has been unsuccessful, so you should observe carefully how PROVOR responds to your commands.***

You can set the time on the float's internal clock by sending the command:

**!TI YYYY/MM/DD h:m:s**

For example, if you send the command:

**!TI 2005 07 13 15 20 00**

PROVOR will respond:

<TI a2005 m7 j13 h15 m20 s0>

## 5.9. Launching

Following is what you should do to launch the PROVOR float.

### 5.9.1. Test the Float and arm the mission

Before you take PROVOR on deck for deployment, we recommend that you repeat all of the acceptance tests described in [section 5.7. Acceptance Tests page 14](#). This will ensure that the float is functioning and configured correctly and maximize the probability of success of your experiment.



**IMPORTANT:** Before launching the float, you must arm the mission by issuing the !AR command:  
 !AR

PROVOR will respond:

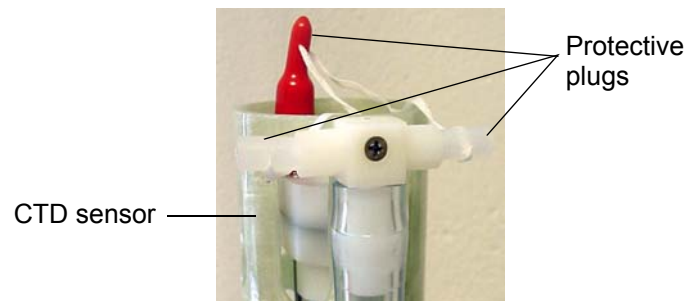
<AR ON>

Put the magnet on the float.

**NOTE:** Once the mission is armed, the next time you will attempt to communicate with the float upon magnet removal, you need to press "ENTER" within 30 seconds (before the pump starts) in order to get the prompt ].

### 5.9.2. Remove protective plugs and magnet

The pump system of the CTD sensor is sealed by 3 protective plugs. Remove these plugs from the sensor before launching.



Remove the magnet located near the top of the float (Refer to Figure 2: General view of PROVOR float). Retain the magnet for future use in case the PROVOR float is recovered.

PROVOR is now ready for launch.

To confirm that the magnet has been removed and that the float is ready for launch, 30 seconds after magnet removal PROVOR starts the pump for 2 seconds. The PROVOR may be horizontal during this stage of deployment.

**NOTE:** Once the magnet has been removed, the PROVOR float performs an initial test. Ensure that the pump starts as explained above before placing the PROVOR in the water.

If you do not hear the pump running after 30 seconds, replace the magnet, connect the PC, and conduct the acceptance test described in section 5.7. page 14. If that fails, contact MARTEC SERPE-IESM for technical support.

### 5.9.3. Launch the Float

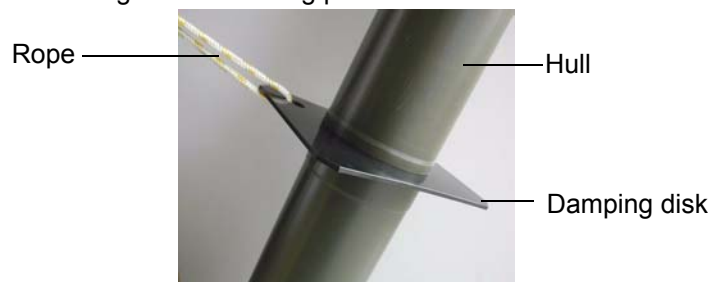
**NOTE:** Keep the float in its protective packaging for as long as possible to guard against any nicks and scratches that could occur during handling. Handle the float carefully, using soft, non-abrasive materials only. Do not lay the float on the deployment vessel's unprotected deck. Use cardboard or cloth to protect it.

Use a launching crate to deploy the float to the sea. After launch, you may choose to wait alongside the float until it sinks, but this may take up to 3 hours depending on the float's buoyancy when launched.

The damping disk is already fastened on the tube.

It is possible to use the hole in the damping disk in order to handle and secure the float during deployment.

Put the rope in the hole according to the following photo:



## 6. ARGOS FORMATS

### 6.1. ARGOS Reminder

#### 6.1.1. *Reminder on ARGOS principle*

ARGOS system is used to locate any mobile (ocean or meteorological buoy, animal, fishing vessel, etc.) carrying an ARGOS transmitter to within 300 meters and better and to collect data from sensors connected to the transmitter.

CLS is the worldwide operator of ARGOS satellites systems. From this system, CLS supplies platform location and scientific data collection.

The working principle of the ARGOS system is the following:

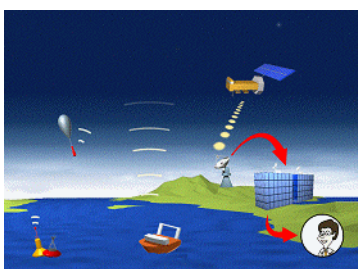


Figure 5: ARGOS principle

- (1) ARGOS transmitters automatically send messages that are received by satellites in low-earth orbit.
- (2) Satellites relay messages to ground stations.
- (3) Ground stations forward messages to processing centers. These centers calculate the transmitter locations and process any sensor data.
- (4) The user access its results from its closest processing center.

#### 6.1.2. *Reminder on ARGOS Facilities*



Figure 6: ARGOS worldwide facilities

Five interlinked processing centers and 18 receiving stations worldwide provide continuous location and data collection service, and access to results.

### 6.2. Overview

The data transmission process begins as soon as an ascent profile is completed. It starts with reduction of the data. PROVOR then formats and transmits the message.

The reduction of data processing consists in storing the significant points of the CTD triplets arithmetic mean with the layer format.

For a given descent-drift-ascent-transmit cycle, the transmission of all of the data will usually require several messages of the same type.

To improve the probability of reception, data are transmitted several times. The number of repetitions depends upon the quantity of data to be transmitted, the transmission period and the programmed minimum transmission duration. Messages are sent in a random sequence in order to minimize the chance of accidental synchronization of one message with some form of transmission interference.

To provide the reception of a continuous profile, messages contain one CTD triplet in two. This data

interleaving scheme shares the points of each profile between two Argos messages. This allows reconstruction of the profile when a message is lost.

Example:

Message N: { triplet 1 ; triplet 3 ; triplet 5 ; triplet 7 ; triplet 9 ;... triplet 21 }

Message N+1 { triplet 2 ; triplet 4 ; triplet 6 ; triplet 8 ;... triplet 22 }.

The content of the Argos messages consists of a preamble of 28 bits, followed by:

- the 20-bit Argos PTT identification number;
- the 8-bit Argos PTT identification complement;
- the data frame, consisting of 31 words of 8 bits (248 bits).

Four types of messages are generated according to the content of the data frame:

- Type 0100 : Descent profile CTD message
- Type 0101 : Submerged drift CTD message
- Type 0110 : Ascent profile CTD message
- Type 0000 : Technical message

The three types of CTD messages all contain recorded physical measurements. The technical message contains data regarding the configuration and functioning of the float and its buoyancy control mechanism.

The message type is formed from bits 1 to 4 of the data frame. The formatting of the data frame for each message type is described in the pages that follow.

### **6.3. Descent profile CTD Message**

Data	Format	Bit Numbers
28 bits ARGOS ID complement	8 bits	1 to 8
Message type (type = 0100)	4 bits	9 to 12
CRC	16 bits	13 to 28
Date of the first CTD measurement	9 bits	29 to 37
First pressure measurement	11 bits	38 to 48
First temperature measurement	15 bits	49 to 63
First salinity measurement	15 bits	64 to 78
CTD measurements	178 bits	79 to 256

#### **6.3.1. Cyclic Redundancy Check**

The CRC type used is the CRC-CCITT of which the polynomial is  $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$ . The exclusive OR of the result is tested. The calculation of the CRC is carried out on the 256 bits of the message (the 248 bits of the message + 8 bits set to 0), the 16 bits (bits 5 to 20) reserved for the CRC being set to 0.

#### **6.3.2. CTD Triplets**

The stored triplets are sent in the same order in which they were collected - that is, in order of decreasing depth for ascent profiles. Measurements within a triplet are sent in the sequence - pressure, temperature, salinity.

Only the first triplet is dated. It is dated with the time of the profile start. The time counts from the time of the descent at the beginning of the first cycle, which is time = 0. The least significant bit represents 1 minute.

Subsequent triplets correspond to alternating data points in the profile (for example, measurement numbers 1, 3, 5, 7, . . .). Interleaving data points are sent in another message. This technique minimizes the impact of the loss of any one data message.

The CTD measurements starting from bit 79 (measurement numbers 3, 5, 7, etc.) are coded either as absolute measurements or as relative measurement. The first bit of each measurement is a format bit that indicates whether the reading is absolute (format bit = 0) or relative (format bit = 1).

### 6.3.3. Pressure Coding

Depending upon the value of the first bit, it is followed by either 6 or 11 data bits. If the difference between the current pressure measurement,  $P_n$ , and the previous pressure measurement,  $P_{n-1}$ , is less than 63 dbar, the difference,  $|P_n - P_{n-1}|$ , is expressed in 6 bits. Otherwise, the pressure measurement is coded in 11 bits as an absolute measurement. Pressure is reported in the range 0 dbar to +2047 dbar with a resolution of 1 dbar.

### 6.3.4. Temperature Coding

Depending upon the value of the first bit, it is followed by either 10 or 15 data bits. If the difference between the current temperature measurement and the previous temperature measurement ( $T_n - T_{n-1}$ ) is included in the closed interval  $[-0.923\text{ }^{\circ}\text{C}, +0.100\text{ }^{\circ}\text{C}]$ , the difference  $-(T_n - T_{n-1} - 0.1\text{ }^{\circ}\text{C})$  is coded into 10 bits.

The decoding will carry out the following operation :  $(-T_{\text{transmitted}} + 0.1\text{ }^{\circ}\text{C})$

Otherwise the measurement is absolutely coded in 15 bits with an offset of  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . The temperature is reported in the range  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $+30.767\text{ }^{\circ}\text{C}$ , with a resolution of  $0.001\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 6.3.5. Salinity Coding

Depending upon the value of the first bit, it is followed by either 8 or 15 data bits. If the difference between the current salinity measurement and the previous salinity measurement ( $C_n - C_{n-1}$ ) is included in the closed interval  $[-0.230\text{ PSU} ; +0.025\text{ PSU}]$ , the difference  $-(C_n - C_{n-1} - 0.025\text{ PSU})$  is expressed in 8 bits.

The decoding will carry out the following operation :  $(-C_{\text{transmitted}} + 0.025\text{ PSU})$

Otherwise, the measurement is absolutely coded in 15 bits with an offset of 10 PSU. Salinity is reported in the range of 10 PSU to 42.767 PSU with a resolution of 0.001 PSU.

## 6.4. Submerged Drift CTD Message

Data	Format	Bit Numbers
28 bits ARGOS ID complement	8 bits	1 to 8
Message type (type = 0101)	4 bits	9 to 12
CRC	16 bits	13 to 28
Date of the first CTD measurement	6 bits	29 to 34
Time of first CTD measurement	5 bits	35 to 39
First pressure measurement	11 bits	40 to 50
First temperature measurement	15 bits	51 to 65
First salinity measurement	15 bits	66 to 80
CTD measurements	176 bits	81 to 256

### 6.4.1. Cyclic Redundancy Check

CRC coding is as described above for the Ascent/Descent Profile CTD Message.

### 6.4.2. CTD Triplets

Only the first triplet is dated. The day number counts from the day of the descent at the beginning of the first cycle, which is day number 0. The hour number is the hour of the first measurement. The least significant bit represents 1 minute.

The stored triplets are sent in the same order in which they were collected. Measurements within a triplet are sent in the sequence - pressure, temperature, salinity.

Subsequent triplets correspond to alternating data points in the profile (for example, measurement numbers 1, 3, 5, 7, . . .). Interleaving data points are sent in another message. This technique minimizes the impact of the loss of any one data message.

The CTD measurements starting from bit 81 (measurement numbers 3, 5, 7, etc.) are coded either as absolute measurements or as relative measurement. The first (most significant) bit of each measurement is a format bit that indicates whether the reading is absolute (format bit = 0) or relative (format bit = 1).

#### **6.4.3. Pressure Coding**

If the difference between the current pressure sample,  $P_n$ , and the previous pressure sample,  $P_{n-1}$ , is included in the closed interval  $[-31 \text{ dbar}, +32 \text{ dbar}]$ , the coding of the difference,  $|P_n - P_{n-1}|$ , is carried out into 6 bits two's-complement. Otherwise the pressure sample is coded in 11 bits as an absolute measurement. Pressure data is limited to the maximum value of 2,047 dbar.

#### **6.4.4. Temperature Coding**

Depending upon the value of the first bit, it is followed by either 10 or 15 data bits. If the difference between the current temperature measurement and the previous temperature measurement ( $T_n - T_{n-1}$ ) is included in the closed interval  $[-0.512 \text{ }^\circ\text{C}, +0.511 \text{ }^\circ\text{C}]$ , the difference ( $T_n - T_{n-1}$ ) is coded into 10 bits two's-complement.

Otherwise the measurement is absolutely coded in 15 bits with an offset of  $-2 \text{ }^\circ\text{C}$ . The temperature is reported in the range  $-2^\circ\text{C}$  to  $+30.767^\circ\text{C}$ , with a resolution of  $0.001^\circ\text{C}$ .

#### **6.4.5. Salinity Coding**

Depending upon the value of the first bit, it is followed by either 8 or 15 data bits. If the difference between the current salinity measurement and the previous salinity measurement ( $C_n - C_{n-1}$ ) is included in the closed interval  $[-0.128 \text{ PSU} ; +0.127 \text{ PSU}]$ , the difference is expressed in 8 bits two's-complement.

Otherwise, the measurement is absolutely coded in 15 bits with an offset of 10 PSU. Salinity is reported in the range of 10 PSU to 42.767 PSU with a resolution of 0.001 PSU.

### **6.5. Ascent profile CTD Message**

Data	Format	Bit Numbers
28 bits ARGOS ID complement	8 bits	1 to 8
Message type (type = 0110)	4 bits	9 to 12
CRC	16 bits	13 to 28
Date of the first CTD measurement	9 bits	29 to 37
First pressure measurement	11 bits	38 to 48
First temperature measurement	15 bits	49 to 63
First salinity measurement	15 bits	64 to 78
CTD measurements	178 bits	79 to 256

#### **6.5.1. Cyclic Redundancy Check**

The CRC type used is the CRC-CCITT of which the polynomial is  $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$ . The exclusive OR of the result is tested. The calculation of the CRC is carried out on the 256 bits of the message (the 248 bits of the message + 8 bits set to 0), the 16 bits (bits 5 to 20) reserved for the CRC being set to 0.

#### **6.5.2. CTD Triplets**

The stored triplets are sent in the same order in which they were collected - that is, in order of decreasing depth for ascent profiles. Measurements within a triplet are sent in the sequence - pressure, temperature, salinity.

Only the first triplet is dated. It is dated with the time of the profile start. The time counts from the time of the descent at the beginning of the first cycle, which is time = 0. The least significant bit represents 1 minute.

Subsequent triplets correspond to alternating data points in the profile (for example, measurement numbers 1, 3, 5, 7, ...). Interleaving data points are sent in another message. This technique minimizes the impact of the loss of any one data message.

The CTD measurements starting from bit 79 (measurement numbers 3, 5, 7, etc.) are coded either as absolute measurements or as relative measurement. The first bit of each measurement is a format bit that indicates whether the reading is absolute (format bit = 0) or relative (format bit = 1).

#### **6.5.3. Pressure Coding**

Depending upon the value of the first bit, it is followed by either 6 or 11 data bits. If the difference between the current pressure measurement,  $P_n$ , and the previous pressure measurement,  $P_{n-1}$ , is less than 63 dbar,

the difference,  $|P_n - P_{n-1}|$ , is expressed in 6 bits. Otherwise, the pressure measurement is coded in 11 bits as an absolute measurement. Pressure is reported in the range 0 dbar to +2047 dbar with a resolution of 1 dbar.

#### **6.5.4. Temperature Coding**

Depending upon the value of the first bit, it is followed by either 10 or 15 data bits. If the difference between the current temperature measurement and the previous temperature measurement ( $T_n - T_{n-1}$ ) is included in the closed interval  $[+0.923\text{ }^{\circ}\text{C}, -0.100\text{ }^{\circ}\text{C}]$ , the difference ( $T_n - T_{n-1} + 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) is coded into 10 bits.

The decoding will carry out the following operation : ( $T_{\text{transmitted}} - 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

Otherwise the measurement is absolutely coded in 15 bits with an offset of  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . The temperature is reported in the range  $-2^{\circ}\text{C}$  to  $+30.767^{\circ}\text{C}$ , with a resolution of  $0.001^{\circ}\text{C}$ .

#### **6.5.5. Salinity Coding**

Depending upon the value of the first bit, it is followed by either 8 or 15 data bits. If the difference between the current salinity measurement and the previous salinity measurement ( $C_n - C_{n-1}$ ) is included in the closed interval  $[0.230\text{ PSU} ; -0.025\text{ PSU}]$ , the difference ( $C_n - C_{n-1} + 0.025\text{ PSU}$ ) is expressed in 8bits.

The decoding will carry out the following operation : ( $C_{\text{transmitted}} - 0.025\text{ PSU}$ )

Otherwise, the measurement is absolutely coded in 15 bits with an offset of 10 PSU. Salinity is reported in the range of 10 PSU to 42.767 PSU with a resolution of 0.001 PSU.

#### **6.6. Technical Message**

For each complete set of CTD messages sent, the technical message is sent one and one-half times. Thus, for two complete sets of CTD messages sent, there will be three technical messages.



Data	Format	Bit Numbers
28 bits ARGOS ID complement	8 bits	1 to 8
message type (type = 0000)	4 bits	9 to 12
CRC	16 bits	13 to 28
descent start time	8 bits	29 to 36
number of valve actions at the surface	7 bits	37 to 43
float stabilisation time	8 bits	44 to 51
float stabilisation pressure	8 bits	52 to 59
number of valve actions in descent	4 bits	60 to 63
number of pump actions in descent	4 bits	64 to 67
end of descent time	8 bits	68 to 75
number of repositions	4 bits	76 to 79
time at end of ascent	8 bits	80 to 87
number of pump actions in ascent	5 bits	88 to 92
number of descent CTD messages	5 bits	93 to 97
number of drift CTD messages	5 bits	98 to 102
number of ascent CTD messages	5 bits	103 to 107
number of descent slices in shallow zone	7 bits	108 to 114
number of descent slices in deep zone	8 bits	115 to 122
number of ascent slices in shallow zone	7 bits	124 to 129
number of ascent slices in deep zone	8 bits	130 to 137
number of CTD measurements in drift	8 bits	138 to 145
float's time : hh (5bits)+mm (6bits)+ss (6bits)	17 bits	146 to 162
pressure sensor offset	6 bits	163 to 168
internal pressure	3 bits	169 to 171
max pressure in descent to parking depth	8 bits	172 to 179
profile ascent start time	8 bits	180 to 187
number of entrance in drift target range (descent)	3 bits	188 to 190
minimum pressure in drift (bars)	8 bits	191 to 198
maximum pressure in drift (bars)	8 bits	199 to 206
grounding detected (grounding = 1, No grounding = 0)	1 bit	207
number of hydraulic valve action in descent profile	4 bits	208 to 211
number of pump actions in descent profile	4 bits	212 to 215
max pressure in descent or drift to Pprofile (bars)	8 bits	216 to 223
number of re-positionning in profile stand-by	3 bits	224 to 226
batteries voltage drop at Pmax, pump ON (with regard to Unom = 10.0 V) (in dV)	5 bits	227 to 231
profile descent start time	8 bits	232 to 239
profile descent stop time	8 bits	240 to 247
RTC state indicator ( normal = 0, failure = 1)	1bit	248
number of entrance in profile target range (descent)	3 bits	249 to 251
not used	5 bits	252 to 256

Table 2: Technical message

#### **6.6.1. Descent Data**

- Descent start time is expressed in tenths of an hour since midnight.
- Number of solenoid valve actions at the surface until the crossing of the 8 dbar threshold is an integer from 1 to 127 (modulo 128).
- Float stabilisation time after the crossing of the 8 dbar threshold is expressed in tenths of an hour.
- Float stabilisation pressure after crossing the 8 dbar threshold is coded in 8 bits with least significant bit = 1 bar.
- Number of solenoid valve actions carried out to reach the target pressure after crossing the 8 dbar threshold.

#### **6.6.2. Drift Data**

- Minimum and maximum pressure in drift collected during the hydraulics measurements.
- Grounding detected during the dive (Boolean).

#### **6.6.3. Ascent Data**

- Time at end of ascent is the time at the end of the pump action after surfacing. It is expressed in tenths of an hour.
- Number of pump actions in ascent (at the target pressure until the crossing of the threshold of 1 bar), expressed in 5 bits.

#### **6.6.4. Housekeeping Data**

- Pressure sensor offset is measured at the surface.  
least significant bit = 1 dbar  
range: -32 dbar to +31 dbar
- Internal pressure is measured at the end of the ascent and before the Mission start. Measurements are given in 25 mbar steps starting from 725 mbar and are coded in 3 bits:

000	#725 mbar
001	726 mbar to 750 mbar
010	751 mbar to 775 mbar
011	776 mbar to 800 mbar
100	801 mbar to 825 mbar
101	826 mbar to 850 mbar
110	851 mbar to 875 mbar
111	>875 mbar

#### **6.7. Life Expiry Message**

Life expiry messages are transmitted when the float is drifting on the surface and has completed transmission of all data from the last cycle of the Mission. Life Expiry mode continues until the recovery of the float or depletion of the battery.

These transmissions - unlike other transmissions - occur at 100-sec intervals. The content of the life expiry message is identical to the technical message.



## 7. SPECIFICATIONS

- Storage
  - Temperature range ..... -20°C to +50°C
  - Storage time before expiry ..... up to 1 year
- Operational
  - Temperature range ..... -2°C to +50°C
  - Pressure at drift depth ..... 40 bar to 200 bar
  - Depth maintenance accuracy .....  $\pm 3$  bar typical (adjustable)
  - Survival at sea ..... up to 3 years
  - Maximum number of cycles ..... up to 255 cycles
- Mechanical
  - Length
    - with antenna ..... #220 cm
  - Diameter
    - casing ..... 17 cm
    - damping disk ..... 35 cm
  - Weight ..... 34 kg
  - Material ..... anodized aluminium casing
- Sensors
  - Salinity
    - range ..... 10 to 42 PSU
    - accuracy .....  $\pm 0.005$  PSU
    - resolution ..... 0.001 PSU
  - Temperature
    - range ..... -3°C to +32°C
    - accuracy .....  $\pm 0.002$ °C
    - resolution ..... 0.001°C
  - Pressure
    - range ..... 0 bar to 2500 dbar
    - accuracy .....  $\pm 1$  dbar
    - resolution ..... 0.1 dbar

## 8. HOW PROVOR WORKS

Movement of the float through its profile is accomplished by a pump and valve system. The pump transfers oil from the inner reservoir to the outer bladder. Oil moves back to the reservoir when the valve is opened - driven by the difference between the float's internal and external pressures.

As seen in figure below, the float's speed of ascent oscillates. This oscillation is due to the way in which the float's controller regulates its speed. The controller, using depth measurements from the float's pressure sensor, calculates the change in depth over a set period of time. With this information, the controller determines the float's speed.

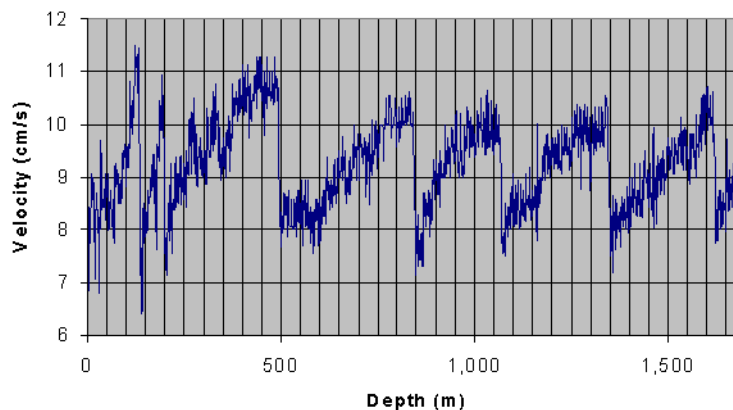


Figure 7: Display of speed of a PROVOR float as it ascends in a deep-sea test

When ascending, if the calculated speed is lower than desired, the pump is activated for about 10 seconds, pumping oil into the outer bladder. This produces an increase in buoyancy, which increases the speed of ascent.

As the float rises to shallower depths, its buoyancy decreases, causing the ascent speed to also decrease. When the calculated speed is too low, the pump is activated again.

This cycle repeats until the float reaches the surface.

The same regulating method is used to control the float's descent speed, by opening the valve and allowing oil to flow from the external bladder to the internal reservoir.

Why does PROVOR's speed decrease as it ascends?

The buoyancy of a float is determined principally by its mass and its volume, but another factor, hull compressibility, also plays an important role. As PROVOR ascends, the decrease in water density reduces the float's buoyancy. At the same time, the decrease in water pressure causes PROVOR's hull to expand, which increases the float's buoyancy. The two effects tend to counteract each other.

Because PROVOR's compressibility is actually less than that of sea water, the decrease in buoyancy due to decreasing water density is greater than the increase in buoyancy due to hull expansion. This causes PROVOR's speed of ascent to decrease as it rises in the water column.

Conversely, as the float descends, the increasing water density increases the buoyancy more than the decreasing buoyancy from hull compression. This causes PROVOR's speed of descent to slow as it goes deeper (see Figure 8: Example of graph of PROVOR's descent speed versus depth in an actual deployment).

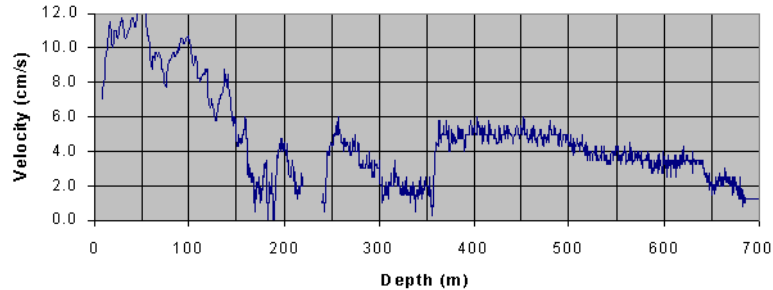


Figure 8: Example of graph of PROVOR's descent speed versus depth in an actual deployment

To reduce the probability of contact with water craft, PROVOR's target speed during the initial stages of descent is high (see [Figure 8: Example of graph of PROVOR's descent speed versus depth in an actual deployment](#)) above. This minimizes the time during which the float is at risk of damage.

To slow the float's descent, its controller is programmed with a series of depths at which the descent speed is halved until it reaches the target depth.

## 9. LITHIUM BATTERY

All batteries -- both lithium batteries and batteries with other chemistries -- contain large quantities of stored energy. This is, of course, what makes them useful, but it also makes them potentially hazardous.

If correctly handled, neither alkaline nor lithium batteries present any risk to humans or the environment. Improper handling of these batteries presents potential risks to humans, but does not present an environmental risk.

The energy stored in a battery cell is stored in chemical form. Most batteries contain corrosive chemicals. These chemicals can be released if the cells are mishandled. Mishandling includes:

- short-circuiting the cells;
- (re)charging the cells;
- puncturing the cell enclosure with a sharp object;
- exposing the cell to high temperatures.

**WARNING: BOTH ALKALINE AND LITHIUM BATTERIES MAY EXPLODE, PYROLIZE OR VENT IF MIS-HANDLED. DO NOT DISASSEMBLE, PUNCTURE, CRUSH, SHORT-CIRCUIT, (RE)CHARGE OR INCINERATE THE CELLS. DO NOT EXPOSE CELLS TO HIGH TEMPERATURES.**

The lithium thionyl chloride cells used in PROVOR floats incorporate sealed steel containers, warning labels and venting systems to guard against accidental release of their contents.

**WARNING: IF A BATTERY SPILLS ITS CONTENTS DUE TO MISHANDLING, THE RELEASED CHEMICALS AND THEIR REACTION PRODUCTS INCLUDE CAUSTIC AND ACIDIC MATERIALS, SUCH AS HYDROCHLORIC ACID (HCL) IN THE CASE OF LITHIUM THIONYL CHLORIDE BATTERIES, AND POTASSIUM HYDROXIDE (KOH) IN THE CASE OF ALKALINE BATTERIES. THESE CHEMICALS CAN CAUSE EYE AND NOSE IRRITATION AND BURNS TO EXPOSED FLESH.**

The hazard presented by these chemicals is comparable to that presented by common domestic cleaning materials like bleach, muriatic acid or oven cleaner.

Inevitably, the battery contents will eventually be released into the environment - regardless of whether the cells are deliberately dismantled or simply disintegrate due to the forces of nature. Because of their highly reactive nature, battery materials disintegrate rapidly when released into the environment. They pose no long-term environmental threat. There are no heavy metals or chronic toxins in PROVOR's lithium cells. Indeed, a recommended safe disposal method for thionyl chloride lithium cells is to crush them and dilute them in sufficient quantities of water.

Discharged batteries pose a greatly reduced threat, as the process of discharging them consumes the corrosive chemicals contained in them.

In summary, PROVOR's lithium battery poses no significant or long-term environmental threats. Any threats that they do present, are short-term threats to the safety of persons mishandling the cells. These safety threats are similar to those of other common household-use materials. These threats are reduced when the cells are discharged - and exist only if the cells are mishandled in extreme ways. These threats are the same as those presented by the alkaline cells widely used by consumers.

## 10. GLOSSARY

**CPU** ..... Central Processing Unit.  
In the context of PROVOR, this term denotes the board that ensures the running and control of the system.

**COM1, COM2** ..... Serial communication ports  
Available as a standard feature on a PC.

**dbar** ..... 1/10 bar = 1 decibar  
Unit of pressure used for PROVOR. It roughly corresponds to a depth of 1 m.

**drift depth**  
A user-selected depth at which PROVOR hovers between ascent profiles.

**Grounding mode**  
corrective action that can be taken by PROVOR if it determines that it has run aground (see description in Section 4.3).

**IFREMER** ..... Institut Français pour la Recherche et l'Exploitation de la MER  
French Institute for the Research and the Exploitation of the Sea.

**LSB** ..... least significant bit  
The bit usually the one at the extreme right hand end of a binary number - that has the smallest significance that is, the bit that gets multiplied by the factor 20 (=1) to convert the binary number to decimal.

**Mission**  
The portion of PROVOR's life that consists of a number of repeating cycles of descent, submerged drift, ascent and data transmission.

**PC** ..... Personal Computer; IBM-PC compatible.

**CTD** ..... Celerity, Temperature, Depth  
Pour salinité (vitesse), température et profondeur.

**PROVOR** ..... Name given to the drifting profiler developed by MARTEC and IFREMER.

**PTT** ..... Platform Terminal Transmitter  
Argos transmission electronics.

**Triplet** ..... set of three measurements (Salinity, temperature and depth) all taken at the same time.

**RS232** ..... widely recognized standard for the implementation of a serial data communication link.

**Two's-complement**  
A system for representation of negative numbers in binary notation. The decimal equivalent of a two's-complement binary number is computed in the same way as for an unsigned number, except that the weight of the most significant bit is  $-2^{n-1}$  instead of  $+2^{n-1}$ .

**VT52, VT100** ..... Video Terminal, type 52 or 100  
Computer terminals developed by Digital Equipment Corporation (DEC). They are considered standard in the field.

## **1. INTRODUCTION**

PROVOR est un flotteur sous-marin profileur développé conjointement par IFREMER et le groupe MARTEC.

Le flotteur PROVOR décrit dans ce manuel a été développé pour le programme Argo. Ce programme international sera une composante majeure du système d'observation mondial des océans (GOOS). Dans le courant de l'année 2004, il est prévu de déployer 3000 flotteurs profilés. Ces flotteurs mesureront la température et la salinité des océans jusqu'à 2000 mètres de profondeur, permettant une surveillance constante du climat des océans.

Toutes les mesures Argos seront relayées et publiées dans les heures qui suivent leur réception. Les données fourniront une description quantitative de l'évolution de la partie supérieure des océans et des modèles de variabilité du climat des océans incluant chaleur, transport et stockage d'eau douce. Ces données d'Argo devraient être utilisées pour l'initialisation des modèles couplés d'océanographie et de prévision ainsi que pour l'essai de modèles dynamiques. Un des objectifs principaux d'ARGO est l'étude de la variabilité et la prévisibilité du climat à l'échelle saisonnière ou décadaire.

Après son lancement, la mission de PROVOR consiste en un cycle répété de descente, dérive en immersion, remontée et transmission des données. Pendant ces cycles, PROVOR contrôle de manière dynamique sa flottabilité grâce à un système hydraulique. Ce système hydraulique ajuste la densité du flotteur en le faisant descendre, monter ou en le stabilisant à une profondeur donnée dans l'océan.

L'utilisateur sélectionne la profondeur à laquelle le système dérive entre différents profils de descente et de montée. A cette profondeur de dérive, PROVOR mesure continuellement la pression et maintient cette profondeur à 30 mètres près.

Après la partie dérive en immersion d'un cycle, le flotteur se rend ensuite à la profondeur à laquelle le profil de remontée doit commencer. La profondeur de départ profil de remontée (typiquement 2000 m sélectionnée Argo) n'est pas nécessairement la même que celle de la profondeur de dérive.

Pendant sa mission, PROVOR collecte les mesures de trois paramètres - salinité, température et profondeur (CTD) - et les sauvegarde dans sa mémoire. Ces mesures peuvent être effectuées pendant la descente du flotteur (profil descente), pendant la période de dérive en immersion (opération Lagrangienne) et pendant la remontée (profil montée).

Après chaque remontée, PROVOR transmet aux satellites du système Argos les données qu'il a sauvegardées. Le volume de ces données est réduit grâce à un algorithme de compression, ceci afin de réduire le temps nécessaire à la transmission. Le système Argos calcule la position du flotteur pendant sa présence en surface.

Ce manuel décrit le flotteur PROVOR, comment l'utiliser et les précautions à prendre et à observer durant sa manutention.

Lisez ce manuel avec une attention particulière afin de vous assurer que toutes les fonctions de PROVOR ont bien été assimilées.

**PROVOR PT : Température vs Profondeur**

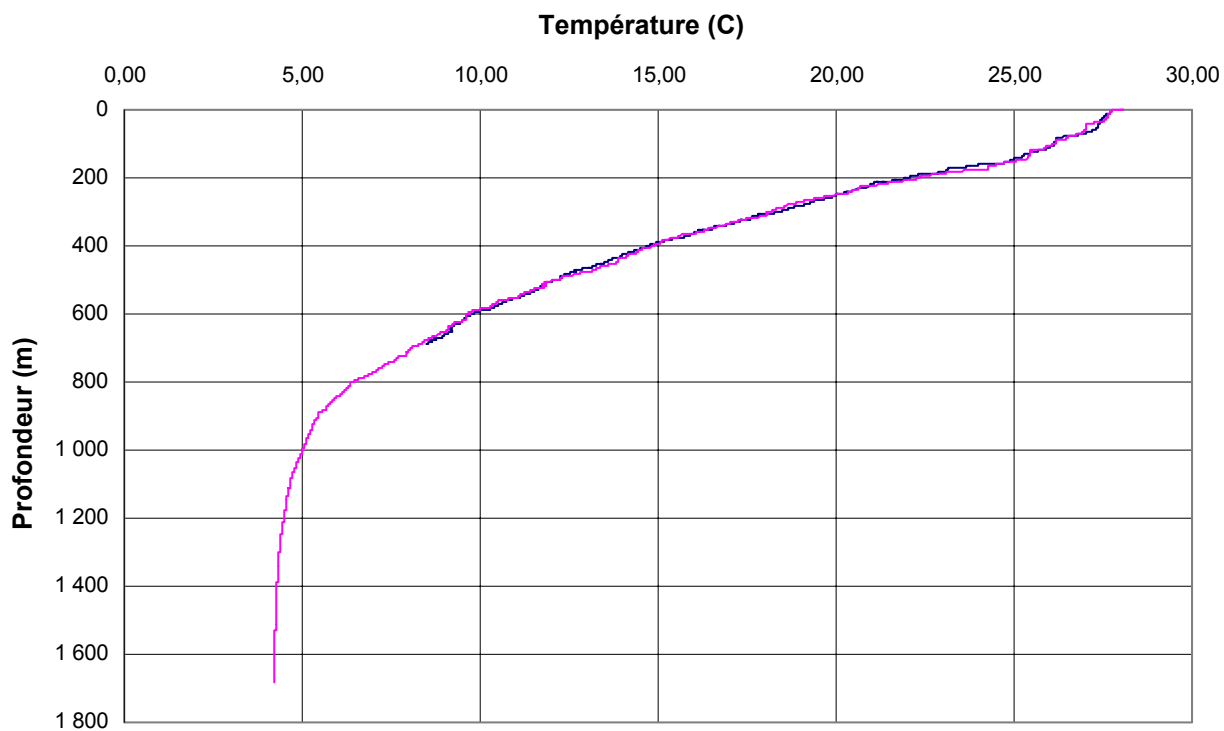


Figure 1: Echantillon d'un profil de température PROVOR

Les profils de descente et de montée sont presque identiques, ce qui veut dire que le fonctionnement du flotteur a eu lieu dans la même masse d'eau pendant toute la durée du test.

## **2. DESCRIPTION GENERALE DU FLOTTEUR PROVOR**

### **2.1. PROVOR CTS-3, évolutions**

Les principales évolutions du flotteur CTS-3 par rapport au CTS-2 concernent essentiellement les points suivants :

- motorisation hydraulique,
- électronique,
- logiciel embarqué,
- bloc piles,
- obsolescence des composants.

#### **2.1.1. Motorisation hydraulique**

Le flotteur CTS-3 est équipé d'une nouvelle pompe hydraulique ayant un meilleur rendement.

Le bloc moteur foré est adapté en vue de l'insertion de nouveaux capteurs (hydrophones, etc.) pour des projets connexes.

#### **2.1.2. Electronique**

Une nouvelle carte CPU a été développée afin de prendre en compte l'obsolescence des composants de l'ancien flotteur CTS-2.

#### **2.1.3. Logiciel embarqué**

La carte CPU est équipée d'un nouveau logiciel embarqué prenant en compte les entrées supplémentaires et les nouvelles possibilités du flotteur PROVOR CTS-3.

#### **2.1.4. Bloc piles**

Le pack énergie a été ré-étudié afin d'augmenter le nombre de cycles sur les équipements. La tension d'alimentation passe de 14,4 V à 10,8V.

### **2.2. Tube**

Le flotteur PROVOR est protégé par un tube en aluminium de 17 cm de diamètre et 120 cm de haut. Une finition extérieure anti-corrosion est appliquée sur le tube afin de prolonger la vie du flotteur. Le flotteur a été étudié pour avoir une compressibilité inférieure à celle de l'eau de mer, caractéristique essentielle pour des opérations stables à des profondeurs de l'océan pouvant atteindre 200 atmosphères.

L'influence de la houle de surface sur la vibration longitudinale des instruments de mesure est atténuée par un disque d'anti pilonnement situé au milieu du tube.



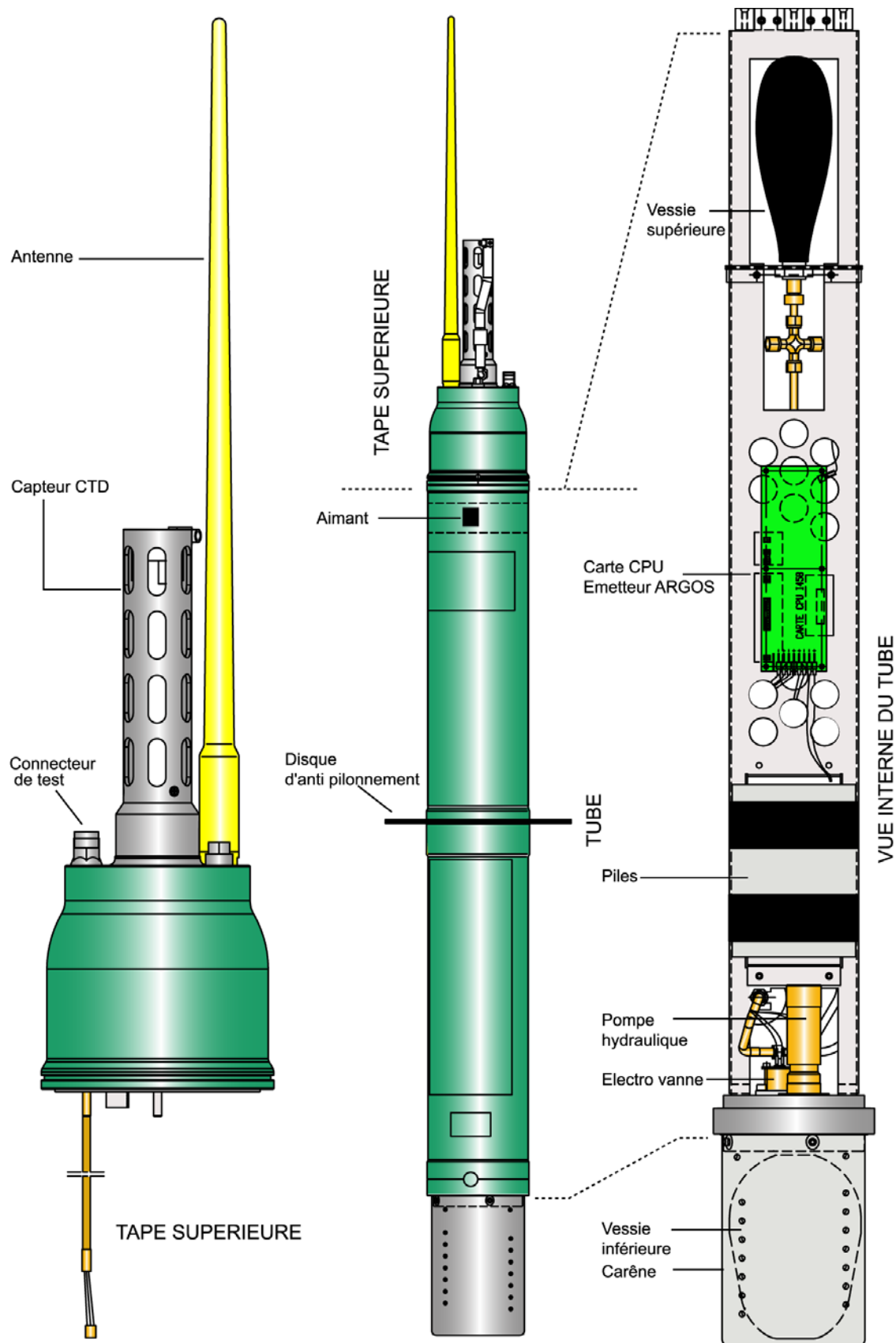


Figure 2: Vue générale du flotteur PROVOR CTS-3

### **2.3. Système de contrôle de densité**

La descente et la remontée dépendent de la flottabilité du flotteur. Le flotteur PROVOR est en flottabilité nulle lorsque sa densité est égale à celle de l'eau qui l'entoure. Le flotteur a une masse fixe. L'ajustement de son volume se fait grâce à un système hydraulique de précision. Ce système gonfle ou dégonfle une vessie externe par échange d'huile avec un réservoir interne. Cet échange est effectué grâce à un système hydraulique comprenant une pompe haute pression et une électrovanne.

Pour plus de précision concernant la description du fonctionnement du système de contrôle de densité du flotteur PROVOR se référer à la section [8. page 56](#).

### **2.4. Capteurs**

Le flotteur PROVOR est équipé d'instruments de précision destinés à mesurer la pression, la température et la salinité par l'intermédiaire du capteur CTD SEABIRD SBE41CP. Les spécifications de ce capteur sont détaillées section [7. page 55](#).

### **2.5. Emetteur Argos**

Via l'émetteur Argos, les données mémorisées sont transmises au système Argos (voir sections [6.1. page 48](#) et [6.2. page 48](#)) lorsque le flotteur est en surface. L'émetteur a un identifiant unique (ID) assigné par Argos. Cette identifiant est propre à chaque flotteur. L'antenne Argos est montée à la plus haute extrémité du flotteur PROVOR et doit se trouver au dessus de la surface de l'eau pour que les émissions puissent être envoyées aux satellites.

### **2.6. Carte CPU**

Cette carte contient un micro contrôleur (ou CPU) qui contrôle le fonctionnement du flotteur PROVOR. Ses fonctions incluent l'entretien du calendrier et de l'horloge interne, la supervision du traitement des cycles de profondeur, le traitement des données, l'activation et le contrôle de l'hydraulique.

C'est par l'intermédiaire de cette carte que passent toutes les communications externes concernant les tests et la programmation.

### **2.7. Piles**

Le pack piles, constitué de piles lithium thionyl chloride, fournit l'énergie nécessaire au fonctionnement de PROVOR.

### **2.8. Accessoires**

Le flotteur PROVOR peut être fourni avec un câble interface et un logiciel de communication permettant la programmation et la vérification des fonctions du flotteur.

### 3. LA VIE D'UN FLOTTEUR PROVOR

La vie d'un flotteur PROVOR se divise en quatre phases : stockage / transport, déploiement, mission et fin de vie.

(1) Stockage / Transport

Pendant cette phase, le flotteur, emballé dans sa caisse de transport, attend le déploiement. Les composants électroniques sont en sommeil et les fonctions de contrôle de la flottabilité du flotteur sont sur arrêt. C'est le statut normal aussi bien pour le stockage que pour le transport.

(2) Déploiement

Le flotteur est sorti de son emballage de protection, configuré, testé et mis à l'eau.

(3) Mission

La mission commence avec le lancement du flotteur. Pendant cette mission, PROVOR suit des cycles pré-programmés de descente, dérive en immersion, remontées et transmission de données. Pendant ces cycles, il récupère les données CTD et les transmet au système de satellites Argos.

(4) Fin de vie

La fin de vie commence automatiquement lorsque le nombre de cycles pré-programmés est terminé. Pendant la fin de vie, le flotteur, dérivant en surface, transmet périodiquement des messages jusqu'à épuisement des piles. La réception de ces messages permet de positionner le flotteur, de suivre ses mouvements et, éventuellement, de le récupérer. Les flotteurs PROVOR n'étant pas réutilisables, leur récupération ne fait pas partie d'un cycle de vie normal.

Si les piles sont épuisées avant la fin du nombre de cycles pré-programmés, le flotteur PROVOR restera probablement immergé et ne pourra pas être localisé ou récupéré.

#### 3.1. Vue d'ensemble de la mission

Est appelée "Mission" la période entre le moment où le flotteur est lancé dans la zone d'expérimentation et le moment où la transmission des données relatives au cycle final de profondeur est terminée.

Pendant la mission, le flotteur PROVOR effectue des profils montant et descendant, séparés par des périodes d'émission Argos et de dérive à une profondeur prédéterminée. Le flotteur PROVOR peut récupérer des données durant les parties descente, dérive en immersion et remontée du cycle, et transmet les données ainsi collectées pendant la période de dérive en surface à la fin de chaque cycle. La figure ci-dessous représente un exemple de cycle.

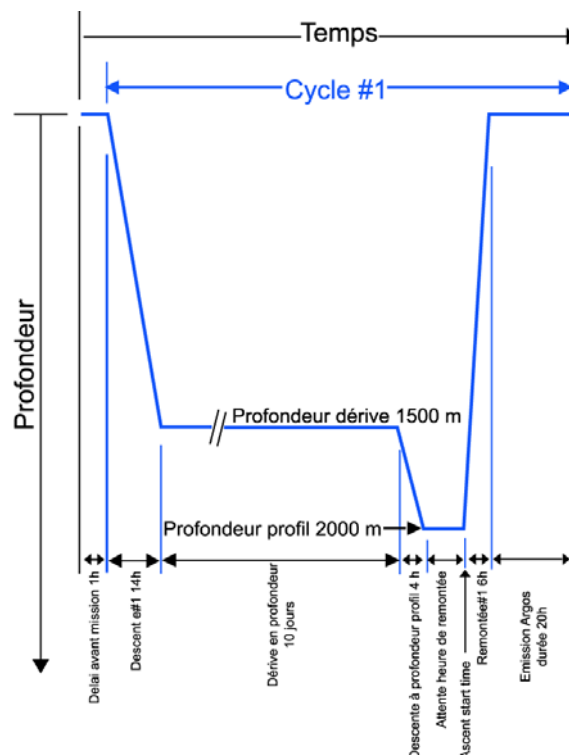


Figure 3: Représentation schématique profondeur - cycle PROVOR durant la mission

- (1) Délai avant mission  
Pour éviter que le flotteur PROVOR ne cherche à couler avant sa mise à l'eau, le flotteur n'entame sa descente qu'après un certain délai. Ce délai n'est appliqué qu'avant le premier cycle, il n'est pas répété pour les autres cycles.
- (2) Descente  
Le flotteur effectue sa descente à une vitesse moyenne de 5 cm/sec. Durant la descente, qui dure quelques heures, le flotteur PROVOR peut détecter un échouage possible sur les fonds marins et peut s'éloigner de cet endroit (voir [3.3. page 37](#) pour plus d'information sur l'échouage). Le flotteur PROVOR peut effectuer des mesures CTD aussi bien lors de la descente que lors de la remontée. Afin de respecter les exigences du programme ARGO, le premier cycle de la mission effectue des mesures CTD pendant la descente avec une période d'échantillonnage de 10 secondes.
- (3) Dérive en profondeur  
Pendant la période de dérive, le flotteur PROVOR dérive à une profondeur de dérive sélectionnée par l'utilisateur, typiquement entre 1000 et 2000 mètres en dessous de la surface de l'eau. La période de dérive est programmable par l'utilisateur et peut durer de quelques jours à plusieurs semaines, mais, typiquement est de 10 jours. Le flotteur ajuste automatiquement sa flottabilité si, à la profondeur sélectionnée, il varie de plus de 5 bars dans une période de 60 minutes. Pendant cette période de dérive, le flotteur PROVOR peut effectuer des mesures CTD à des intervalles sélectionnés par l'utilisateur si ce dernier choisit cette option.
- (4) Descente à la profondeur profil  
L'utilisateur peut sélectionner une profondeur de départ pour le profil de remontée qui serait plus profonde que la profondeur de dérive. Dans ce cas, le flotteur PROVOR doit tout d'abord descendre à la profondeur profil avant de commencer le profil de remontée.  
Le flotteur PROVOR peut détecter un possible échouage pendant cette descente et prendre les actions correctives nécessaires (voir section [3.3. page 37](#)).
- (5) Attente du temps de remontée  
L'utilisateur peut programmer plusieurs flotteurs afin qu'ils effectuent simultanément des profils. Cela est rendu possible grâce à l'utilisation de plusieurs flotteurs PROVOR dans un réseau de mesures synoptiques même si les instruments ne sont pas déployés en même temps. Dans ce cas, il sera nécessaire que le flotteur PROVOR reste en attente à la profondeur de départ de profil jusqu'au temps de remontée prévu.
- (6) Remonté  
La remontée dure quelques heures, temps durant lequel le flotteur PROVOR remonte à la surface à une vitesse moyenne de 10 cm/sec. Le flotteur PROVOR peut aussi bien effectuer des mesures CTD lors de la remontée que lors de la descente.
- (7) Transmission  
A la fin de chaque cycle, le flotteur se place en flottabilité telle qu'il pourra assurer des émissions Argos de qualité. Le flotteur PROVOR reste à la surface de l'eau et transmet les données recueillies durant la portion précédente de cycle descente - dérive - remontée.  
La durée d'une émission Argos et l'intervalle entre les émissions peuvent tous les deux être réglés par l'utilisateur. Ces choix dépendent de la quantité de données que le flotteur PROVOR peut transmettre et de la latitude du flotteur. Afin de préserver la durée de vie des piles et réduire les risques de collision avec des navires, la durée de la période de transmission ne doit pas être plus longue que nécessaire. Une durée de transmission de 12 heures est, en général, plus que correcte pour assurer la réception des données recueillies pendant le cycle. Le système de satellites Argos reçoit les données et calcule la position du flotteur pendant la période de transmission.

### **3.2. Descente**

Pendant le temps où il se trouve en surface, le flotteur PROVOR mesure et enregistre l'écart de réglage de son capteur de pression. Cet écart est utilisé pour corriger les mesures de pression. L'écart est transmis dans un message technique (voir section [6. page 48](#) pour la description du format du message technique). Le but de la descente est d'amener le flotteur de la surface de l'eau jusqu'à la profondeur de dérive. Au départ, afin d'éviter de possibles collisions avec des navires, l'objectif est de faire perdre au flotteur PROVOR sa flottabilité dans un temps le plus court possible. Pour ce faire, la vanne solénoïde s'ouvre pendant un période plus longue au départ mais décroît au fur et à mesure que le flotteur s'approche de sa

profondeur cible. Ce fonctionnement peut être observé dans l'échantillon de données de descente [Figure 8: page 57](#).

Selon le choix de l'utilisateur, le flotteur PROVOR recueillera des mesures CTD pendant la descente ou la remontée. L'intervalle entre les mesures CTD est programmable par l'utilisateur.

### 3.3. Echouage

Le flotteur PROVOR effectue sa propre surveillance en cas d'échouage possible sur les fonds marins. Pendant la descente vers la profondeur de dérive, si la pression reste inchangée pendant trop longtemps, le flotteur PROVOR passe en mode correction. L'utilisateur sélectionne un ou deux modes disponibles pendant la mission, programmés avant le lancement :

- Mode échouage = 0 : la profondeur de dérive pré-programmée n'est pas prise en compte. La pression au moment de l'échouage moins un écart (5 bars) est prise en tant que nouvelle valeur de pression de dérive. Le flotteur ajuste sa flottabilité pour atteindre la nouvelle profondeur de dérive. La profondeur de dérive revient à sa valeur programmée pour les cycles ultérieurs.  
Si la pression d'échouage est inférieure à un seuil programmé (20 bars), le flotteur reste sur le fond marin jusqu'à la prochaine heure programmée de remontée.
- Mode échouage = 1 : le flotteur reste où il est jusqu'à la prochaine heure programmée de remontée. La pression mesurée lors de l'échouage devient la pression de départ du profil pour le cycle en cours. La pression de départ du profil revient à sa valeur programmée pour les cycles ultérieurs.

### 3.4. Dérive immergée

Pendant la période où le flotteur PROVOR dérive à sa profondeur de dérive, il vérifie la pression extérieure toutes les 30 minutes pour déterminer s'il est nécessaire soit d'ajuster la profondeur, soit d'effectuer une remontée d'urgence.

Si la pression mesurée est différente de la pression à la profondeur de dérive, que cette différence est plus importante qu'une tolérance spécifiée, et que cette différence subsiste, le flotteur PROVOR ajuste sa flottabilité pour revenir à la profondeur de dérive.

Si la pression augmente de telle façon qu'elle dépasse un seuil pré-réglé de danger, le flotteur PROVOR remonte immédiatement en surface.

Pendant la période de dérive immergée et si l'utilisateur le décide, le flotteur PROVOR recueillera les mesures CTD à des intervalles sélectionnés par l'utilisateur lui-même.

### 3.5. Remontée

Si la pression de départ profil de remontée choisie est supérieure à la pression de dérive, le flotteur descend d'abord pour atteindre la pression de départ du profil.

Si un échouage est détecté alors que le flotteur PROVOR effectue sa descente vers la pression de départ du profil, la pression actuelle est alors substituée à la pression de départ du profil. Cette substitution ne sera valable que pour le profil en cours, la pression de départ du profil revenant à sa valeur pré-programmée pour les cycles ultérieurs.

Une fois que la pression de départ du profil a été atteinte, le flotteur attend l'heure programmée pour commencer la remontée. Si cette heure a été atteinte avant que le flotteur n'atteigne sa pression de départ du profil, la remontée commence immédiatement.

Le flotteur PROVOR remonte grâce à l'action répétée de la pompe. Quand la variation de pression entre deux mesures successives est inférieure à 1 bar, la pompe est activée pendant un temps pré-réglée. De cette façon, la pompe effectue le minimum de travail à haute pression ce qui assure un minimum de consommation électrique. La vitesse moyenne de remontée est approximativement de 10 cm/sec. Pour un profil de 2000 m, la remontée durera donc 6 heures. Un graphique de visualisation de la vitesse d'un flotteur PROVOR lors de sa remontée est présenté [Figure 7: page 56](#).

Lorsque la pression tombe en dessous d'1 bar (signifiant la fin de la remontée), le flotteur PROVOR attend 10 minutes puis met en route la pompe, ceci afin de vider le réservoir et d'obtenir une flottabilité maximale. Selon le choix de l'utilisateur, le flotteur PROVOR recueillera les mesures CTD durant la descente et/ou la remontée. Les mesures CTD commencent à l'heure de départ du profil et s'arrêtent 10 minutes après la remontée du flotteur au-dessus de 1 bar isobare lors de son approche de la surface. L'intervalle entre les mesures CTD est programmable par l'utilisateur. Par exemple, durant un profil commençant à 2000 m avec une période d'échantillonnage de 10 sec, 2200 mesures CTD seront recueillies.

### **3.6. Transmission**

Le traitement de la transmission des données prend en compte les limitations du système de récupération de données d'Argos incluant :

- la fréquence de passage des satellites au-dessus des zones d'expérimentation,
- l'incertitude qu'aurait l'antenne du flotteur d'émerger dans des mers fortes,
- les incertitudes de propagation dues aux conditions météorologiques,
- l'état opérationnel des satellites.

Le flotteur PROVOR crée des messages de transmission en fonctions des données mémorisées. La transmission de tous ces messages est répétée jusqu'à ce que la durée totale de transmission dépasse la durée minimum programmée par l'utilisateur. L'intervalle entre les transmissions est également programmé par l'utilisateur.

Se reporter à la section [6. page 48](#) pour une description détaillée des formats de messages transmis.

#### 4. PARAMETRES PROVOR

La configuration du flotteur PROVOR est déterminée par les valeurs de sa mission et les paramètres Argos définis ci-dessous. Les instructions de lecture et de modification des valeurs de ces paramètres sont détaillées respectivement sections [5.5. page 43](#) et [5.8. page 46](#). La table suivante récapitule tous les noms des paramètres, leurs gammes et leurs valeurs par défaut.

N° de commande	Nom	Valeur / défaut	Unités
<b>Paramètres de la mission</b>			
PM0	Nombre de cycles	255	
PM1	Période de cycle	10	Jours
PM2	Jour de référence	2	Nombre de jours
PM3	Heure de remontée	23	Heures
PM4	Delai avant mission	0	Minutes
PM5	Période d'échantillonnage en descente	0	Secondes
PM6	Période d'échantillonnage en dérive	12	Heures
PM7	Période d'échantillonnage en montée	10	Secondes
PM8	Profondeur de dérive	1000	Décibars
PM9	Profondeur de profil	2000	Décibars
PM10	Delai avant profil	10	Heures
PM11	Seuil pression surface / fond	200	Décibars
PM12	Epaisseur des tranches de surface	10	Décibars
PM13	Epaisseur des tranches de fond	25	Décibars
<b>Paramètres Argos</b>			
PA0	Période d'émission Argos	40	Secondes
PA1	Retransmission	25	
PA2	Durée d'émission Argos	6	Heures
PA3	Nombre d'adresses Argos	1	
PA4	ID Argos	0000000	

Table 1: Récapitulation des paramètres PROVOR programmables par l'utilisateur

##### 4.1. Paramètres de la mission

###### PM(0) Nombre de cycles

C'est le nombre de cycles de descente, de dérive en immersion, de remontée et de transmission que le flotteur PROVOR effectuera. La mission s'achève, lorsque le nombre de cycles est terminé PROVOR entre alors dans son mode fin de vie.

Les piles du flotteur PROVOR ont une capacité suffisante pour effectuer au moins 150 cycles. Si vous désirez récupérer le flotteur PROVOR à la fin de la mission, vous devez programmer un nombre de cycles inférieur à 150 afin d'être certain d'avoir une capacité piles suffisante qui permette au flotteur PROVOR de revenir en surface et d'entrer en fin de vie.

Dans des conditions favorables, la capacité des piles peut dépasser 150 cycles. Si vous ne désirez par récupérer le flotteur PROVOR, vous devez programmer un nombre de cycles égal à 150 afin d'être certain que le flotteur PROVOR effectue le maximum de cycles possible.



- PM(1) Période par cycle (jours)  
C'est la durée d'un cycle de descente, dérive en immersion, remontée et transmission. Le flotteur PROVOR attend en immersion à la profondeur de dérive aussi longtemps que nécessaire pour que le cycle dure le temps sélectionné.
- PM(2) Jour de référence (nombre de jours)  
Ce paramètre permet de configurer un groupe de flotteurs afin qu'ils exécutent leurs profils en même temps. Le paramètre définit un jour précis où le profil doit être exécuté. Quand le nombre de jours de l'horloge interne du flotteur est égal au jour de référence, il exécute son premier profil. Le nombre de jours de l'horloge interne est remis à zéro lorsque la mission commence. Lors de la programmation du jour de référence, il est recommandé de prévoir un temps suffisant entre le moment du déploiement et le moment où le flotteur atteindra sa profondeur de profil. L'utilisation d'un jour de référence au minimum égal à 2 permettra d'assurer une exécution complète du premier profil.
- PM(3) Heure de remontée (heures)  
Heure du jour pour démarrer les profils de remontée en fonction d'une horloge 24 heures.
- PM(4) Délai avant mission (minutes)  
Pour éviter au flotteur PROVOR d'essayer de couler alors qu'il se trouve encore sur le pont, le flotteur attend pendant cette durée avant d'entamer la descente. Après que le PC ait été déconnecté et l'aimant enlevé, le flotteur PROVOR respectera ce délai avant d'entamer la descente. Le délai est mesuré après le premier départ de la pompe confirmant le retrait de l'aimant (voir section [5.9.1. page 16](#)) et avant le début de la descente.
- PM(5) Période d'échantillonnage en descente (secondes)  
C'est l'intervalle de temps entre des mesures CTD successives pendant la descente. Si ce paramètre est réglé à 0 seconde, le profil ne sera pas exécuté pendant la phase de descente. Quoiqu'il en soit, du fait des obligations ARGO, le premier profil de descente de la mission sera automatiquement exécuté même si ce paramètre est égal à 0.
- PM(6) Période d'échantillonnage en dérive (heures)  
C'est l'intervalle de temps entre des mesures CTD successives durant la phase de dérive du flotteur.
- PM(7) Période d'échantillonnage en montée (secondes)  
C'est l'intervalle de temps entre des mesures CTD successives pendant la remontée.
- PM(8) Profondeur de dérive (dbar)  
C'est la profondeur à laquelle le flotteur PROVOR dérive à la fin de la descente dans l'attente du temps planifié pour le début de la prochaine remontée.
- PM(9) Profondeur profil (dbar)  
C'est la profondeur à laquelle commence le profil s'il s'agit d'un profil de remontée. Si le flotteur PROVOR dérive à une profondeur inférieure, il descendra d'abord à la profondeur de profil avant de démarrer le profil de remontée.
- PM(10) Délai avant profil (heures)  
Délai pour atteindre la profondeur de profil. C'est le temps entre la fin d'une phase de dérive et le début du profil. Cette valeur devrait être suffisamment longue pour permettre au flotteur de descendre du profil de dérive vers le profil de profondeur à une vitesse de 5 cm/sec
- PM(11) Seuil de pression surface / fond (dbar)  
Isobare qui divise les profondeurs faibles des grandes profondeurs pour la réduction des données.
- PM(12) Epaisseur des tranches de surface (dbar)  
Epaisseur des tranches de profondeurs faibles (algorithme de réduction de données).
- PM(13) Epaisseur des tranches de fond (dbar)  
Epaisseur des tranches de grandes profondeurs (algorithme de réduction de données).



#### **4.2. Paramètres Argos**

**PA(0) Emission Argos (secondes)**

C'est l'intervalle de temps entre deux émissions successives Argos. Si une période courte d'émission est utilisée, les messages Argos seront envoyés avec une fréquence plus importante, augmentant les chances de réception. En revanche, cela augmentera les frais d'utilisation du système Argos. Les périodes d'émission doivent être demandées auprès d'Argos puis utilisées selon les valeurs attribuées.

**PA(1) Retransmission**

Nombre de répétitions des messages Argos au cours d'une émission. Le taux de retransmission est calculé en fonction du nombre de messages à transmettre.

**PA(2) Durée d'émission Argos (heures)**

C'est le temps que le flotteur PROVOR va passer en surface pour transmettre ses données à la fin de chaque cycle. A de faibles latitudes, il est souhaitable d'accroître la valeur de ce paramètre pour augmenter la probabilité de réception de toutes les données.

**PA(3) Nombre d'adresses Argos**

C'est le nombre d'adresses de l'émetteur Argos. 4 numéros d'identification (ID) peuvent être disponibles. La période d'émission Argos entre chaque message Argos est divisée par le nombre d'ID Argos.

**PA(4) ID Argos**

C'est le numéro d'identification de l'émetteur Argos. C'est un nombre hexadécimal composé de 7 caractères. Ce paramètre doit être programmé selon la valeur fournie par Argos.  
Il est également possible d'utiliser un ancien ID Argos composé de 5 caractères hexadécimaux ; dans ce cas, les deux derniers chiffres doivent être mis à 00.

## 5. INSTRUCTIONS D'UTILISATION

Les instructions suivantes décrivent la manipulation, la configuration, le test et le lancement du flotteur PROVOR. Lisez les avec une attention particulière et suivez les rigoureusement afin de vous assurer que toutes les fonctions de PROVOR ont bien été assimilées.

### 5.1. Précautions de manutention

Le flotteur PROVOR a été étudié pour supporter des immersions à de grandes profondeurs pour de longues périodes (jusqu'à cinq ans). Ces spécifications remarquables dans l'instrumentation océanographique ont été rendues possibles en protégeant l'enveloppe extérieure avec un revêtement anti-corrosion. Ce revêtement est sensible aux chocs. Des dommages causés au revêtement peuvent accélérer le processus de corrosion.

**NOTE :** *Attention à ne pas endommager le revêtement anti-corrosion pendant la manipulation. Extraire le flotteur de son emballage uniquement lorsque cela est nécessaire.*

**NOTE :** *Le boîtier plastique du port de test du flotteur PROVOR est très fragile. Prendre soin de le protéger de tout impact.*

**NOTE :** *Les réglementations imposent que le flotteur PROVOR ne soit pas mis en marche durant son transport.*

### 5.2. Matériel nécessaire

Les équipements nécessaires pour vérifier le bon fonctionnement du flotteur PROVOR et sa préparation pour la mission sont :

- (1) Un PC.  
Le moyen de communication le plus pratique pour communiquer avec le flotteur PROVOR est un PC en mode émulation terminal. Outre d'autres avantages, ceci permet la mise en mémoire des paramètres de configuration et des commandes. N'importe quel ordinateur standard ou portable peut être utilisé. Le PC doit être équipé d'un port série (normalement appelé COM1 ou COM2).
- (2) Un logiciel d'émulation terminal VT52 ou VT100.  
Le logiciel d'émulation Hyper Terminal peut être utilisé.
- (3) Un câble interface RS232.  
Un câble interface RS232 est nécessaire pour la connexion entre le flotteur PROVOR et le PC. Ce câble est fourni avec le flotteur.
- (4) Un source d'information temps précise.  
Cela peut être une montre, un récepteur GPS ou l'horloge interne du PC. Certains utilisateurs se servent d'un récepteur GPS connecté au PC pour régler l'horloge.
- (5) Un ensemble de test.  
Ce dispositif reçoit les messages Argos directement de l'émetteur pour effectuer des tests.

### 5.3. Connexion à un PC

A l'aide du câble interface fourni, connecter le port série du PC (habituellement appelé COM1 ou COM2) au flotteur PROVOR. La connexion au flotteur PROVOR se fait via la prise de test, un connecteur XSJ-5-BCR qui se trouve sur le capot supérieur du flotteur (voir [Figure 2: page 33](#)). Enlever le capuchon de protection de la prise de test et insérer le connecteur du câble interface en prenant garde de ne pas endommager le support plastique de la prise de test.

**NOTE :** *Avant d'insérer le connecteur du câble interface vérifier qu'il est orienté correctement, une mauvaise orientation lors de son insertion peut endommager les contacts.*

A l'aide du logiciel d'émulation terminal du PC, configurer le port série sélectionné comme suit :

- Bits par secondes : 9600
- Bits de données : 8
- Bit d'arrêt : 1
- Parité : aucune
- Full Duplex.
- Contrôle de flux : aucun.

Le brochage du connecteur de test du flotteur PROVOR est identifié ci-dessous :

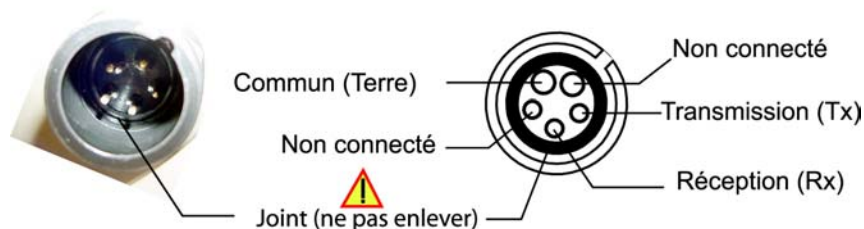


Figure 4: Brochage du connecteur de test, vue de dessus

#### 5.4. Transmission des commandes

Il est nécessaire d'établir une communication avec le flotteur PROVOR afin de vérifier ou changer ses paramètres de configuration, de lire ses données ou de tester ses fonctions. Ces vérifications ou changements doivent être effectués par envoi de commandes et en observant les réponses du flotteur à ces commandes. Les commandes sont effectuées en saisissant des caractères sur le clavier du PC puis envoyées au flotteur PROVOR en appuyant sur la touche Entrée.

Dans la description des commandes telle que faite dans les paragraphes suivants, la syntaxe ci-dessous sera utilisée :

- Commandes saisies par l'utilisateur écrites en **gras**.
- Réponses du flotteur en police de caractère normale.
- Les commandes entrées par l'utilisateur sont validées en pressant la touche Entrée.

Enlever l'aimant pour commencer à communiquer avec le flotteur PROVOR. Le flotteur PROVOR devrait répondre par une information d'initialisation (numéro de série et version logicielle) suivi par le caractère de prompt ]. Par exemple :

SN05123 / V4.65

]

Où 05123 est le numéro de série (année 05, identification 123) et V4.65 la version logicielle.

Cela signifie que le flotteur PROVOR fonctionne et attend une ou des commandes.

#### 5.5. Lecture des valeurs paramétrées

La lecture de valeurs des paramètres se fait en envoyant la commande PM. En réponse au caractère de prompt ] du flotteur PROVOR, saisissez les caractères **?PM** puis validez la commande en pressant la touche Entrée. La lecture devrait être la suivante :

**?PM**

Réponse du flotteur PROVOR :

```
<PM0    255>
<PM1    10>
<PM2     2>
<PM3    23>
<PM4     0>
<PM5     0>
<PM6    12>
<PM7    10>
<PM8   1000>
<PM9   2000>
<PM10   10>
<PM11  200>
<PM12   10>
<PM13  25>
```

]

Comme on peut le constater, les réponses sont sous la forme :

- PM numéro du paramètre, valeur.

Les valeurs des paramètres peuvent également être lues individuellement en utilisant la commande

**? PM X**

où **X** identifie le paramètre. Chaque paramètre est identifié par un numéro de paramètre correspondant à un nom de paramètre. Ils sont récapitulés [Table 1: page 39](#)

Par exemple, pour vérifier la valeur de la période d'échantillonnage en montée, saisir la commande :

**? PM 7**

La flotteur PROVOR répond :

<PM7 10>

]

où 10 est le profil de remontée en secondes (voir [Table 1: page 39](#)).

### **5.6. Vérification de l'horloge**

A l'aide du câble interface RS232, connecter le flotteur PROVOR au PC (voir section [5.3. page 42](#)).

Demander au flotteur PROVOR la visualisation de l'heure mémorisée dans son horloge interne en saisissant la commande :

**? TI**

(Saisir les caractères **? TI** puis appuyer sur la touche Entrée).

Le flotteur PROVOR répond :

<TI a2005 m4 j12 h14 m41 s41>

]

La date et l'heure apparaissent sous le format AAAA/MM/JJ hh:mm:ss

### **5.7. Tests lors de la réception**

Dès la réception du flotteur PROVOR, il doit être vérifié pour confirmer qu'il est complet, correctement configuré et n'a pas été endommagé durant son expédition. Si le flotteur PROVOR échoue à certains des tests suivants, contactez MARTEC SERPE-IESM.

#### **5.7.1. Inventaire**

Le flotteur PROVOR doit être livré avec les documents et accessoires suivants :

- Ce manuel utilisateur.
- Un câble interface RS232 (si non livré précédemment).
- Une feuille de test.

**NOTE:** *le démontage du flotteur annule la garantie.*

Vérifier que tous les documents / accessoires ci-dessus sont présents, sinon contacter MARTEC SERPE-IESM.

#### **5.7.2. Inspection matérielle**

Lors de l'ouverture du conteneur de transport, effectuer une inspection visuelle générale du flotteur :

Vérifier si le conteneur de transport ne présente pas d'entailles, dommages, traces de chocs ou autres signes laissant penser que le flotteur n'a pas été correctement manipulé durant le transport.

Vérifier que les éléments ci-après ne présentent pas d'entailles, de traces de chocs ou ne soient pas endommagés : capteur CTD, antenne, tube, protection autour de la vessie inférieure, connecteur de test (voir [Figure 2: page 33](#) pour la localisation de ces éléments).

**NOTE:** *s'assurer que l'aimant est bien en place sur le tube.*

### **5.7.3. Vérification de la configuration**

Le flotteur a été programmé en usine. L'objectif de cette partie du test de réception est de vérifier les paramètres de configuration du flotteur.

A l'aide du câble interface RS232, connecter le PC au flotteur (voir section 5.3. page 42) et enlever l'aimant. Saisir la commande PM comme indiqué section 5.5. page 43, pour vérifier que les paramètres du flotteur PROVOR ont bien été programmés correctement.

### **5.7.4. Tests fonctionnels**

A l'aide du câble interface RS232, connecter le PC au flotteur (voir section 5.3. page 42) et enlever l'aimant.

**NOTE: Les composants hydrauliques ne fonctionneront correctement que si le flotteur est en position verticale.**

Mettre le flotteur en position verticale et le soutenir dans cette position pour éviter qu'il ne chute durant les tests fonctionnels.

Les diverses fonctions du flotteur PROVOR peuvent être testées par les commandes ci-dessous.

#### **5.7.4.1. Visualisation des valeurs paramétrées**

Cette commande est utilisée pour visualiser :

- Vide interne (V).  
Le vide est effectué dans le flotteur lors des étapes finales du montage. Il doit être compris entre 600 et 800 mbar absolu. 700 mbar est recommandé.
- Niveau réservoir hydraulique (LE).  
Le niveau du réservoir doit être de 0 ou 1920 cm3. Pour que cette commande transmette une valeur valide, le flotteur doit être vertical. Si le niveau est de 1920, utiliser la commande **!RE** pour qu'il revienne à 0.
- Tension piles  
Les valeurs normales pour des piles neuves sont de 10.8 volts (voir la feuille de test pour la plage de limites).

Saisir la commande :

**?TE**

Le flotteur PROVOR répond :

<V:845 LE:0 B:10400>.

#### **5.7.4.2. Visualisation des données capteur**

Cette commande est utilisée pour visualiser :

- Pression externe (P).
- Température (T).
- Salinité (S).

Saisir la commande :

**?S**

Le flotteur PROVOR répond :

<S P10cBars T22956mdc S0mPSU>

Du fait que ce capteur se trouve à l'air libre, seule la donnée température devra être considérée comme fiable.

#### **5.7.4.3. Test de la pompe hydraulique**

Pour actionner la pompe pendant une seconde, saisir la commande :

**!P 10**

Vérifier que l'on entend la pompe tourner.

#### 5.7.4.4. Test de l'électro vanne

Pour actionner l'électro vanne pendant une seconde, saisir la commande :

**!E 10**

Vérifier que l'on entend la vanne s'actionner.

#### 5.7.4.5. Test du sous - système Argos

Pour tester l'émetteur Argos, saisir la commande :

**!SE**

Le flotteur répond par le nombre d'heures programmées (PA2).

Remettre en place l'aimant pour arrêter l'émission.

Cette commande déclenche l'envoi par le flotteur PROVOR de plusieurs messages. Ces messages sont des messages techniques, leur format est décrit [section 6. FORMATS ARGOS page 48](#). Utilisez l'équipement de test Argos pour recevoir le message. Le contenu du message n'est pas significatif car il s'agit du test de l'émission seulement, cependant, les messages de test doivent avoir des IDs Argos et des CRCs valides.

Les tests fonctionnels sont maintenant terminés. Vérifiez que l'aimant est bien en place.

### 5.8. Modification des valeurs paramétrées

Le flotteur PROVOR a été pré-configuré en usine. S'il était nécessaire de changer quelques paramètres du flotteur, les instructions sont fournies ci-dessous.

A l'aide du câble interface RS232, connecter le PC au flotteur (voir [section 5.3. page 42](#)).

Les paramètres peuvent être visualisés à tout instant (en saisissant la commande PM comme expliqué [section 5.5. Lecture des valeurs paramétrées page 43](#)).

Les commandes pour changer les valeurs de la mission sont sous la forme :

**!PM X Y**

où X identifie le paramètre et Y donne sa nouvelle valeur.

Souvenez vous que vous devez utiliser le numéro du paramètre à la place du X (voir [Table 1: page 39](#) pour un récapitulatif des numéros de paramètres).

Par exemple, pour changer le nombre de cycles à 150, saisir la commande :

**!PM 01 150**

Le flotteur PROVOR répond :

<PM1 150>

**NOTE:** *le flotteur PROVOR répondra toujours en confirmant la valeur actuelle du paramètre. Cela est vrai même si la tentative pour changer de paramètres a été infructueuse, c'est pourquoi il est important de vérifier attentivement les réponses du flotteur PROVOR aux commandes.*

L'heure de l'horloge interne du flotteur peut être réglée en saisissant la commande :

**!TI YYYY/MM/DD h:m:s**

Par exemple, saisir la commande :

**!TI 2005 07 13 15 20 00**

Le flotteur PROVOR répond :

<TI a2005 m7 j13 h15 m20 s0>

### 5.9. Mise à l'eau

Les paragraphes suivants décrivent la marche à suivre pour mettre à l'eau le flotteur PROVOR.

#### 5.9.1. Vérifier le flotteur et armer de la mission

Avant d'amener le flotteur PROVOR sur le pont pour déploiement, il est recommandé de répéter tous les tests décrits [section 5.7. Tests lors de la réception page 44](#). Cela permettra de s'assurer que le flotteur est en état de fonctionner, correctement configuré et augmentera d'autant toute les chances de succès de la mission.

**IMPORTANT:** Avant de lancer le flotteur, la mission doit être armée en saisissant la commande **!AR** :

**!AR**

Le flotteur PROVOR répond :

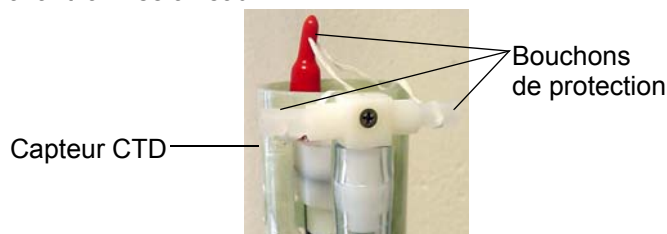
<AR ON>

Remettre l'aimant en place

**NOTE:** *une fois la mission armée, la prochaine fois que vous aurez besoin de communiquer avec le flotteur jusqu'à l'enlèvement de l'aimant, vous devrez presser la touche Entrée avant 30 secondes (avant que la pompe ne démarre) afin d'obtenir le caractère de prompt ].*

### 5.9.2. Enlever les bouchons de protection et l'aimant

Le système de pompage du capteur CTD est rendu étanche par 3 bouchons de protection. Enlever ces bouchons du capteur avant la mise à l'eau.



Enlever l'aimant situé en haut du cylindre du flotteur (voir [Figure 2: page 33](#)). Conserver l'aimant pour une utilisation ultérieure dans le cas où le flotteur serait récupéré.

Le flotteur PROVOR est maintenant prêt à être lancé.

Pour confirmer que l'aimant a bien été enlevé et que le flotteur est prêt à être lancé, 30 secondes après enlèvement de l'aimant, la pompe démarre pendant 2 secondes. Le flotteur PROVOR peut être en position horizontale à ce stade du déploiement.

**NOTE:** *Une fois l'aimant enlevé, le flotteur PROVOR effectue un test initial. Assurez-vous que la pompe démarre comme expliqué ci-dessus avant de le mettre à l'eau.*

Si vous n'entendez pas le démarrage de la pompe dans les 30 secondes, remettez l'aimant en place, connecter le PC et effectuer les tests décrits [section 5.7. Tests lors de la réception page 44](#). Si c'est tests ne sont pas corrects, contacter le support technique de MARTEC SERPE-IESM.

### 5.9.3. Mettre le flotteur à l'eau

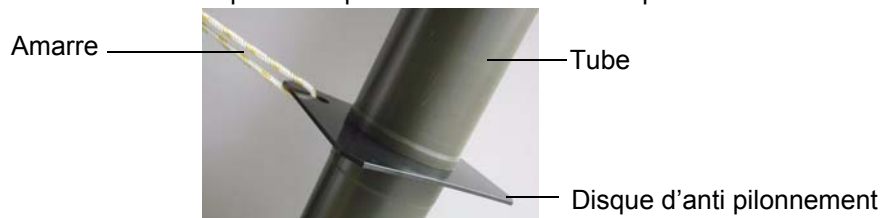
**NOTE:** *garder le flotteur dans son emballage de protection aussi longtemps que possible afin de le préserver contre toutes égratignures ou chocs qui pourraient arriver durant la manipulation. Manipuler le flotteur avec précaution en utilisant du matériel non-abrasif. Ne pas laisser le flotteur sans protection sur le pont de déploiement du navire. Utiliser du carton ou des chiffons pour le protéger.*

Utiliser une caisse de lancement pour déployer le flotteur en mer. Après le lancement, vous pouvez décider d'attendre le long du flotteur qu'il coule, mais cela peut prendre jusqu'à 3 heures en fonction de la flottabilité du flotteur au moment de la mise à l'eau.

Le disque d'anti pilonnement est déjà fixé au tube.

Il est possible d'utiliser le trou du disque d'anti pilonnement pour manipuler et attacher le flotteur pendant le déploiement.

Passer l'amarre dans le trou du disque d'anti pilonnement comme indiqué ci-dessous :





## 6. FORMATS ARGOS

### 6.1. Rappel sur le système ARGOS

#### 6.1.1. Rappel sur le principe ARGOS

Le système Argos est utilisé pour suivre les déplacements d'une bouée, d'un bateau, d'un animal ou de toute plate-forme équipée d'un émetteur Argos avec une précision de 300 mètres, partout dans le monde et pour recueillir les données de senseurs connectés à cet émetteur.

CLS est l'opérateur mondial du système de satellites ARGOS. Depuis ce système, CLS fournit la localisation des plate formes et la récupération des données scientifiques.

Le principe du système ARGOS est le suivant :

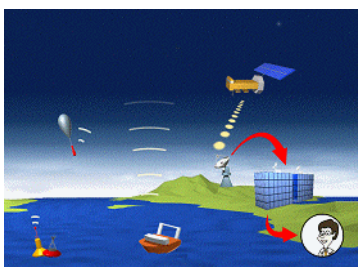


Figure 5: Principe du système ARGOS

- (1) Les balises Argos émettent automatiquement des messages qui sont reçus par des satellites en orbite terrestre basse.
- (2) Les satellites transfèrent les messages vers des stations terrestres.
- (3) Les stations terrestres transmettent automatiquement les messages vers les centres de traitement Argos. Les centres de traitement déterminent la position des émetteurs, traitent les données fournies par les capteurs.
- (4) Les centres de traitement distribuent les résultats aux utilisateurs.

#### 6.1.2. Rappel sur les installations ARGOS



Figure 6: Installations mondiale du système ARGOS

Cinq centres de traitement reliés entre eux et 18 stations de réception à couverture mondiale assurent localisation continue, service de récupération des données et accès aux résultats.

### 6.2. Vue d'ensemble

Le traitement de la transmission de données commence dès que le profil de remontée est terminé. Il commence avec la réduction des données. Ensuite, le flotteur PROVOR formate et transmet le message. La réduction du traitement des données consiste à mémoriser la moyenne arithmétique des triplets CTD sur une couche.

Pour un cycle donné de descente-dérive-remontée-transmission, et obtenir toutes les données, il est nécessaire de transmettre plusieurs messages du même type.

Pour améliorer la probabilité de réception, les données sont transmises plusieurs fois. Le nombre de répétitions dépend de la quantité de données à transmettre, de la période d'émission et de la durée minimum d'émission programmée. Les messages sont envoyés en séquence aléatoire pour minimiser les risques de synchronisation d'un message avec des formes d'interférence de transmission.



Pour fournir la réception d'un profil continu, les messages contiennent un triplet de CTD sur deux. Ce principe de partage de données permet la reconstruction du profil quand un message est perdu.

Exemple:

Message N: { triplet 1 ; triplet 3 ; triplet 5 ; triplet 7 ; triplet 9 ;... triplet 21 }

Message N+1 { triplet 2 ; triplet 4 ; triplet 6 ; triplet 8 ;... triplet 22 }.

Le contenu d'un message Argos consiste en un préambule de 28 bits suivi par :

- Le numéro d'identifiant PTT Argos 20-bit,
- La complément d'identifiant PTT Argos 8-bit,
- Le bloc de données consistant en 31 mots de 8 bits (248 bits).

Quatre types de messages sont générés en fonction du contenu du bloc de données:

- Type 0100 : message CTD profil descente
- Type 0101 : message CTD profil descente dérive en immersion
- Type 0110 : message CTD profil remontée
- Type 0000 : message technique

Les trois types de messages CTD contiennent tous des mesures physiques enregistrées. Le message technique contient des données correspondant à la configuration et au fonctionnement du flotteur ainsi qu'au mécanisme de contrôle de sa flottabilité.

Le message type est formé des bits 1 à 4 du bloc de données. Le formatage du bloc de données pour chaque type de message est décrit dans les pages suivantes.

### 6.3. Message CTD en profil descente

Données	Format	N° bit
Complément ID Argos 28bits	8 bits	1 to 8
type message (type = 0100)	4 bits	9 to 12
CRC	16 bits	13 to 28
date 1er PTS	9 bits	29 to 37
pression 1er échantillon :	11 bits	38 to 48
température 1er échantillon	15 bits	49 to 63
salinité 1er échantillon	15 bits	64 to 78
échantillons P, T, S	178 bits	79 to 256

#### 6.3.1. Vérification de la redondance cyclique

Le type de CRC utilisé est le CRC-CCITT pour lequel le polynôme est  $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$ . Le OU exclusif de ce résultat est testé. Le calcul du CRC est effectué sur le message 256 bits (les 248 bits du message + 8 bits mis à 0), les 16 bits (bits 5 à 20) réservés pour le CRC étant mis à 0.

#### 6.3.2. Triplet CTD

Les triplets mémorisés sont envoyés dans le même ordre qu'ils ont été recueillis, c'est-à-dire, par ordre de profondeur décroissante pour les profils de remontée. Les mesures dans un triplet sont envoyées en séquence - pression, température, salinité.

Seul le premier triplet est daté. Il est daté avec l'heure du profil de départ. L'heure débute à partir de l'heure de descente au début du premier cycle, heure = 0. Le bit de plus faible poids représente 1 minute.

Les triplets suivants correspondent aux points de repères alternatifs dans le profil (par exemple nombre de mesures 1,3, 5, 7, ...). Les points des données intercalés sont envoyés dans un autre message. Cette technique diminue l'impact de la perte d'un des messages de données.

Les mesures CTD démarrant au bit 79 (nombres de mesures 3, 5, 7 etc.) sont codées soit en mesure absolues soit en mesures relatives. Le premier bit de chaque mesure est le bit de format qui indique si la lecture est absolue (bit format = 0) ou relative (bit format = 1).

### 6.3.3. Codage de la pression

Suivant la valeur du premier bit, elle est suivie soit par 6, soit par 11 bits de données. Si la différence entre la mesure de pression actuelle,  $P_n$ , et la mesure de pression précédente,  $P_{n-1}$ , est inférieure à 63 dbar, la différence,  $|P_n - P_{n-1}|$ , est codée sur 6 bits. Sinon, la pression mesurée est codée sur 11 bits en tant que mesure absolue. La pression est transmise dans la gamme 0 dbar à + 2047 dbar avec une résolution de 1 dbar.

### 6.3.4. Codage de la température

Suivant la valeur du premier bit, elle est suivie soit par 10, soit par 15 bits de données. Si la différence entre la mesure de température actuelle et la mesure de température précédente ( $T_n - T_{n-1}$ ) est comprise dans l'intervalle fermé  $[-0.923\text{ }^{\circ}\text{C}, +0.100\text{ }^{\circ}\text{C}]$ , la différence  $-(T_n - T_{n-1} - 0.1\text{ }^{\circ}\text{C})$  est codée sur 10 bits.

Le décodage effectuera l'opération suivante :  $(-T_{\text{transmise}} + 0.1\text{ }^{\circ}\text{C})$ .

Sinon, la mesure est codée en absolue sur 15 bits avec un décalage de  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La température est transmise dans la gamme  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  à  $+30.767\text{ }^{\circ}\text{C}$  avec une résolution de  $0.001\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 6.3.5. Codage de la salinité

Suivant la valeur du premier bit, elle est suivie soit par 8, soit par 15 bits de données. Si la différence entre la mesure de salinité actuelle et la mesure de salinité précédente ( $C_n - C_{n-1}$ ) est comprise dans l'intervalle fermé  $[-0.230\text{ PSU}; +0.025\text{ PSU}]$ , la différence  $-(C_n - C_{n-1} - 0.025\text{ PSU})$  est codée sur 8 bits.

Le décodage effectuera l'opération suivante :  $(-C_{\text{transmise}} + 0.025\text{ PSU})$ .

Sinon, la mesure est codée en absolue sur 15 bits avec un décalage de  $-10\text{ PSU}$ . La salinité est transmise dans la gamme 10 PSU à 42.767 PSU avec une résolution de 0.001 PSU.

## 6.4. Message CTD dérive immergée

Données	Format	N° bit
Complément ID Argos 28bits	8 bits	1 to 8
type message (type = 0101)	4 bits	9 to 12
CRC	16 bits	13 to 28
n° de jour 1er PTS	6 bits	29 to 34
heure dans le jour 1er PTS	5 bits	35 to 39
pression 1er échantillon :	11 bits	40 to 50
température 1er échantillon	15 bits	51 to 65
salinité 1er échantillon	15 bits	66 to 80
échantillons P,T, S	176 bits	81 to 256

### 6.4.1. Vérification de la redondance cyclique

Le codage CRC est tel que décrit plus haut pour le message CTD profil remontée / descente

### 6.4.2. Triplet CTD

Seul le premier triplet est daté. Le numéro de jours débute à partir du jour de la descente au départ du premier cycle, égal au jour 0. L'heure dans le jour est l'heure de la première mesure. Le bit de poids le plus faible représente 1 minute

Les triplets mémorisés sont envoyés dans le même ordre qu'ils ont été collectés. Les mesures à l'intérieur d'un triplet sont envoyées dans la séquence - pression, température, salinité.

Les triplets suivants correspondent aux points de repères alternatifs dans le profil (par exemple nombre de mesures 1,3, 5, 7, ...). Les points des données intercalées sont envoyés dans un autre message. Cette technique diminue l'impact de la perte d'un des messages de données.

Les mesures CTD démarrant au bit 81 (nombres de mesures 3, 5, 7 etc.) sont codées soit en mesure absolues soit en mesures relatives. Le premier bit de chaque mesure est le bit de format qui indique si la lecture est absolue (bit format = 0) ou relative (bit format = 1).

#### **6.4.3. Codage de la pression**

Si la différence entre l'échantillon de pression actuelle, Pn, et l'échantillon de pression précédente, Pn-1, est incluse dans l'intervalle fermé [-31 dbar, +32 dbar], le codage de la différence, |Pn - Pn-1|, est effectué sur le complément à 2 de 6 bits. Sinon l'échantillon de pression est codé sur 11 bits en tant que mesure absolue. Les données de pression sont limitées à une valeur maximale de 2047 dbar.

#### **6.4.4. Codage de la température**

Suivant la valeur du premier bit, elle est suivie soit par 10, soit par 15 bits de données. Si la différence entre la mesure de température actuelle et la mesure de température précédente (Tn - Tn-1) est comprise dans l'intervalle fermé [-0.512 °C, +0.511 °C], la différence -(Tn - Tn-1) est codée sur le complément à 2 de 10 bits.

Sinon, la mesure est codée en absolue sur 15 bits avec un décalage de - 2 °C. La température est transmise dans la gamme -2°C à + 30.767°C avec une résolution de 0.001°C.

#### **6.4.5. Codage de la salinité**

Suivant la valeur du premier bit, elle est suivie soit par 8, soit par 15 bits de données. Si la différence entre la mesure de salinité actuelle et la mesure de salinité précédente (Cn - Cn-1) est comprise dans l'intervalle fermé [-0.128 PSU ; +0.127 PSU], la différence -(Cn - Cn-1 - 0.025PSU) est codée sur le complément à 2 de 8 bits.

Sinon, la mesure est codée en absolue sur 15 bits avec un décalage de -10 PSU. La salinité est transmise dans la gamme 10 PSU à 42.767 PSU avec une résolution de 0.001 PSU.

#### **6.5. Message CTD profil de remontée**

Données	Format	N° bit
Complément ID Argos 28bits	8 bits	1 to 8
type message (type = 0110)	4 bits	9 to 12
CRC	16 bits	13 to 28
date 1er PTS	9 bits	29 to 37
pression 1er échantillon :	11 bits	38 to 48
température 1er échantillon	15 bits	49 to 63
salinité 1er échantillon	15 bits	64 to 78
échantillons P, T, S	178 bits	79 to 256

#### **6.5.1. Vérification de la redondance cyclique**

Le type de CRC utilisé est le CRC-CCITT pour lequel le polynomial est  $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$ . Le OU exclusif de ce résultat est testé. Le calcul du CRC est effectué sur le message 256 bits (les 248 bits du message + 8 bits mis à 0), les 16 bits (bits 5 à 20) réservés pour le CRC étant mis à 0.

#### **6.5.2. Triplets CTD**

Les triplets mémorisés sont envoyés dans le même ordre qu'ils ont été recueillis, c'est-à-dire, par ordre de profondeur décroissante pour les profils de remontée. Les mesures dans un triplet sont envoyées en séquence - pression, température, salinité.

Seul le premier triplet est daté. Il est daté avec l'heure du profil de départ. L'heure court à partir de l'heure de descente au début du premier cycle, heure = 0. Le bit de plus faible poids représente 1 minute.

Les triplets suivants correspondent aux points de repères alternatifs dans le profil (par exemple nombre de mesures 1,3, 5, 7, ...). Les points des données intercalés sont envoyés dans un autre message. Cette technique diminue l'impact de la perte d'un des messages de données.

Les mesures CTD démarrant au bit 79 (nombres de mesures 3, 5, 7 etc.) sont codées soit en mesure absolues soit en mesures relatives. Le premier bit de chaque mesure est le bit de format qui indique si la lecture est absolue (bit format = 0) ou relative (bit format = 1).

### **6.5.3. Codage de la pression**

Suivant la valeur du premier bit, elle est suivie soit par 6, soit par 11 bits de données. Si la différence entre la mesure de pression actuelle,  $P_n$ , et la mesure de pression précédente,  $P_{n-1}$ , est inférieure à 63 dbar, la différence,  $|P_n - P_{n-1}|$ , est codée sur 6 bits. Sinon, la pression mesurée est codée sur 11 bits en tant que mesure absolue. La pression est transmise dans la gamme 0 dbar à + 2047 dbar avec une résolution de 1

### **6.5.4. Codage de la température**

Suivant la valeur du premier bit, elle est suivie soit par 10, soit par 15 bits de données. Si la différence entre la mesure de température actuelle et la mesure de température précédente ( $T_n - T_{n-1}$ ) est comprise dans l'intervalle fermé  $[-0.923\text{ °C}, +0.100\text{ °C}]$ , la différence  $-(T_n - T_{n-1} - 0.1\text{ °C})$  est codée sur 10 bits.

Le décodage effectuera l'opération suivante :  $(-T_{\text{transmise}} + 0.1\text{ °C})$ .

Sinon, la mesure est codée en absolue sur 15 bits avec un décalage de  $-2\text{ °C}$ . La température est transmise dans la gamme  $-2\text{ °C}$  à  $+30.767\text{ °C}$  avec une résolution de  $0.001\text{ °C}$ .

### **6.5.5. Codage de la salinité**

Suivant la valeur du premier bit, elle est suivie soit par 8, soit par 15 bits de données. Si la différence entre la mesure de salinité actuelle et la mesure de salinité précédente ( $C_n - C_{n-1}$ ) est comprise dans l'intervalle fermé  $[-0.230\text{ PSU} ; +0.025\text{ PSU}]$ , la différence  $-(C_n - C_{n-1} - 0.025\text{ PSU})$  est codée sur 8 bits.

Le décodage effectuera l'opération suivante :  $(-C_{\text{transmise}} + 0.025\text{ PSU})$ .

Sinon, la mesure est codée en absolue sur 15 bits avec un décalage de  $-10\text{ PSU}$ . La salinité est transmise dans la gamme 10 PSU à 42.767 PSU avec une résolution de 0.001 PSU.

### **6.6. Message technique**

Pour chaque ensemble complet de messages CTD envoyé, le message technique est envoyé une fois et demi. Ainsi, pour deux ensembles complets de messages CTD envoyés, il y aura trois messages techniques.

Données	Format	Numéros bit
Complément ID Argos 28bits	8 bits	1 to 8
type message 0000	4 bits	9 to 12
CRC	16 bits	13 to 28
heure début de plongée	8 bits	29 to 36
nombre d'actions EV en surface	7 bits	37 to 43
heure de première stabilisation	8 bits	44 to 51
pression de première stabilisation	8 bits	52 to 59
nombre d'actions EV pendant descente	4 bits	60 to 63
nombre d'actions de pompe en descente	4 bits	64 to 67
heure de fin de descente	8 bits	68 to 75
nombre de repositionnements	4 bits	76 to 79
heure de fin de remontée à la surface	8 bits	80 to 87
nombre d'actions de pompe en remontée	5 bits	88 to 92
nombre de messages descente	5 bits	93 to 97
nombre de messages dérive	5 bits	98 to 102
nombre de messages montée	5 bits	103 to 107
NTS descente (nombre tranches surface)	7 bits	108 to 114
NTF descente (nombre tranches fond)	8 bits	115 to 122
NTS montée (nombre tranches surface)	7 bits	124 to 129
NTF montée (nombre tranches fond)	8 bits	130 to 137
Nombre de mesures en dérive	8 bits	138 to 145
Heure du flotteur (hh+mm+ss)	17 bits	146 to 162
Offset capteur de pression	6 bits	163 to 168
pression interne	3 bits	169 to 171
Pression max rencontrée lors de descente vers dérive	8 bits	172 to 179
Heure de début profil remontée	8 bits	180 to 187
nbre entrées dans fourchette consigne dérive (desc.)	3 bits	188 to 190
Pression mini rencontrée en dérive (bars)	8 bits	191 to 198
Pression max. rencontrée en dérive (bars)	8 bits	199 to 206
Echouage détecté (Echouage=1, Pas Echouage=0)	1 bit	207
nombre d'actions EV en descente vers profil	4 bits	208 to 211
nombre d'actions de pompe en descente vers profil	4 bits	212 to 215
Pression max. rencontrée en descente ou dérive vers Pprofil (bars)	8 bits	216 to 223
Nombre de repositionnements en attente profil	3 bits	224 to 226
Chute de tension piles à Pmax, pompe ON (par rapport à Unom=10.0V), (en dV)	5 bits	227 to 231
Heure de début de descente vers profil	8 bits	232 to 239
Heure de fin de descente vers profil	8 bits	240 to 247
Indicateur d'état RTC (à 0: normal, à 1 problème)	1bit	248
nbre entrées dans fourchette consigne dérive (profil)	3 bits	249 to 251
Non affectés, à compléter	5 bits	252 to 256

Table 2: Message technique

#### **6.6.1. Donnée de descente**

- L'heure de descente est exprimée en dixième d'heure depuis minuit.
- Le nombre d'actions de l'électrovanne jusqu'au franchissement du seuil de 8 dbar est un entier de 1 à 127 (modulo 128).
- Le temps de stabilisation du flotteur après le franchissement du seuil de 8 dbar est exprimé en dixième d'heure.
- La pression de stabilisation du flotteur après le franchissement du seuil de 8 dbar est codé sur 8 bits avec bit de poids le plus faible = 1 bar.
- Nombre d'actions de l'électrovanne exécuté pour atteindre la pression après le franchissement du seuil de 8 dbar.

#### **6.6.2. Données de dérive**

- Pression minimum et maximum en dérive recueillies pendant les mesures hydrauliques.
- Echouage détecté pendant la plongée (Booléen).

#### **6.6.3. Données de remontée**

- L'heure de la fin de remontée est l'heure de fin de fonctionnement de la pompe après le retour en surface. L'heure est exprimée en dixième d'heure.
- Nombre d'actions de la pompe en remontée (à la pression cible jusqu'au franchissement du seuil de 1 bars), exprimé sur 5 bits.

#### **6.6.4. Données de gestion**

- Le décalage du capteur de pression est mesuré en surface.  
Bit de poids le plus faible = 1 dbar  
Gamme : -32 dbar à +31 dbar
- La pression interne est mesurée à la fin de la remontée et avant le départ de la mission. Les mesures sont données par paliers de 25 mbars à partir de 725 mbars et sont codées sur 3 bits :

000	#725 mbar
001	726 mbar à 750 mbar
010	751 mbar à 775 mbar
011	776 mbar à 800 mbar
100	801 mbar à 825 mbar
101	826 mbar à 850 mbar
110	851 mbar à 875 mbar
111	>875 mbar

#### **6.7. Message de fin de vie**

Les messages de fin de vie sont transmis quand le flotteur dérive en surface et a terminé la transmission de toutes les données du dernier cycle de la mission. Le mode fin de vie continue jusqu'à la récupération du flotteur ou la décharge complète des piles.

Ces émissions, contrairement aux autres émissions, se produisent à des intervalles de 100 secondes. Le contenu du message de fin de vie est identique au message technique.

## 7. SPECIFICATIONS

- Températures ..... -20°C à +50°C
- Temps de stockage avant expiration ..... jusqu'à 1 an
- Opérationnelles
  - Température ..... -2°C à +50°C
  - Pression à la profondeur de dérive ..... 40 bars à 200 bars
  - Précision de maintient en profondeur ..... ± 3 bars (ajustable)
  - Durée de vie en mer ..... jusqu'à 3 ans
  - Nombre maximum de cycles ..... jusqu'à 255 cycles
- Mécaniques
  - Longueur
    - avec antenne ..... #220 cm
  - Diamètre
    - cylindre ..... 17 cm
    - disque anti pilonnement ..... 35 cm
  - Poids ..... 34 kg
  - Matériel ..... Protection en aluminium anodisé
- Capteurs
  - Salinité
    - gamme ..... 10 à 42 PSU
    - précision ..... ± 0.005 PSU
    - résolution ..... 0.001 PSU
  - Température
    - gamme... ..... -3°C à +32°C
    - précision ..... ± 0.002°C
    - résolution ..... 0.001°C
  - Pression
    - gamme... ..... 0 bar à 2500 dbar
    - précision ..... ± 1 dbar
    - résolution ..... 0.1 dbar



## 8. FONCTIONNEMENT DU PROVOR

Les déplacements du flotteur à l'intérieur de son profil se font grâce à une pompe et un système d'électrovanne. La pompe transfère de l'huile depuis un réservoir interne vers une vessie externe. L'huile retourne au réservoir quand la vanne est ouverte, contrôlée par la différence entre les pressions interne et externe du flotteur.

Comme indiqué dans la figure ci-dessous, la vitesse de remontée du flotteur oscille. Cette oscillation est due à la façon dont le contrôleur du flotteur régule la vitesse. Le contrôleur, utilisant les mesures de profondeur à partir du capteur de pression du flotteur, calcule la modification en profondeur selon une période pré-programmée. Grâce à cette information, le contrôleur détermine la vitesse du flotteur.

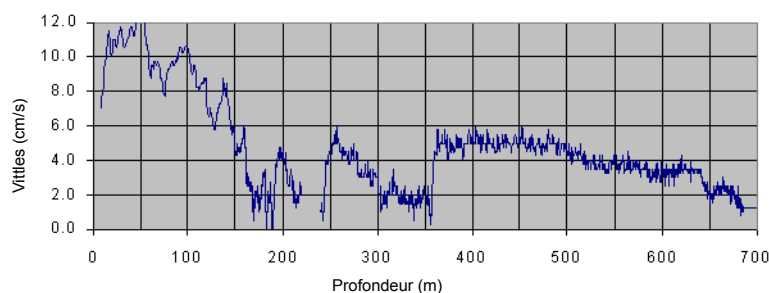


Figure 7: Visualisation de la vitesse d'un flotteur PROVOR lors de sa remontée

Lorsqu'il remonte, si la vitesse calculée est plus faible que celle désirée, la pompe est activée pendant un peu près 10 secondes et pompe l'huile de la vessie interne. Cela augmente la flottabilité et de ce fait augmente également la vitesse de remontée.

Lorsque le flotteur atteint des faibles profondeurs, sa flottabilité diminue. De ce fait sa vitesse de remontée diminue également. Quand la vitesse de remontée est trop faible, la pompe est à nouveau activée.

Ce cycle se répète jusqu'à ce que le flotteur atteigne la surface.

La même méthode de régulation est utilisée pour contrôler la vitesse de descente du flotteur en ouvrant la vanne pour permettre à l'huile de transiter de la vessie externe vers le réservoir interne.

Pourquoi la vitesse du flotteur PROVOR diminue-t-elle lorsqu'il remonte ?

La flottabilité d'un flotteur est déterminée principalement par sa masse et son volume, mais un autre facteur, la compressibilité du tube, joue un rôle important. Lorsque le flotteur PROVOR remonte, la diminution de la densité de l'eau réduit sa flottabilité. En même temps, la pression de l'eau provoque une augmentation de volume du cylindre, ceci augmentant sa flottabilité. Les deux effets tendent à se contrebalancer l'un avec l'autre.

Du fait que la compressibilité du flotteur PROVOR est inférieure à celle de l'eau de mer, la diminution en flottabilité due à la diminution de densité de l'eau est plus grande que l'augmentation de la flottabilité due à la dilatation de la coque. Ceci provoque une diminution de la vitesse de remontée du flotteur PROVOR au fur et à mesure qu'il remonte dans la colonne d'eau.

Inversement, lorsque le flotteur descend, la densité de l'eau augmente plus que la diminution de la flottabilité due à la compression du tube. De ce fait, la vitesse de descente du flotteur PROVOR diminue au fur et à mesure qu'il descend (voir Figure 8: Exemple de graphique PROVOR vitesse de descente vs. profondeur dans un déploiement réel).



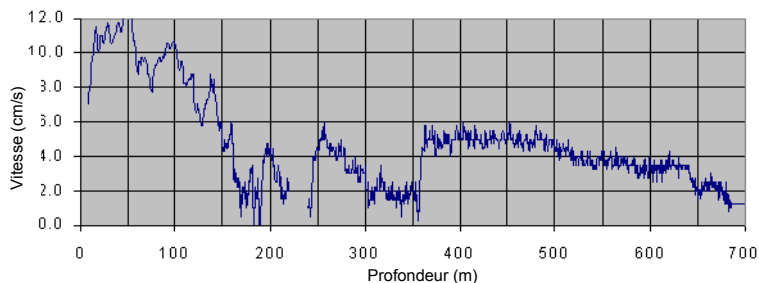


Figure 8: Exemple de graphique PROVOR vitesse de descente vs. profondeur dans un déploiement réel

Pour diminuer la probabilité de contact avec des embarcations, la vitesse du flotteur PROVOR pendant l'étape initiale de descente est élevée aux faibles profondeurs (voir [Figure 8: Exemple de graphique PROVOR vitesse de descente vs. profondeur dans un déploiement réel](#)), diminuant ainsi le temps durant lequel le flotteur risque d'être endommagé.

Pour ralentir la descente du flotteur, son contrôleur est programmé avec une série de profondeurs. A ces profondeurs, la vitesse de descente est divisée par deux jusqu'à ce que la flotteur atteigne la profondeur cible.

## 9. PILES LITHIUM

Toutes les piles, piles lithium et piles composées d'autres éléments chimiques, contiennent de grandes quantités d'énergie stockées. Cela les rend, bien sur, plus performantes mais les rend également potentiellement dangereuses.

Si elles sont correctement manipulées, ni les piles alcalines, ni les piles lithium ne présentent un danger pour les hommes ou l'environnement. Cependant, une manipulation incorrecte de ces piles présente des risques potentiels pour les hommes mais pas pour l'environnement.

L'énergie stockée dans un élément de pile est stockée sous forme chimique. La plupart des piles contiennent des produits chimiques dangereux. Ces produits chimiques peuvent être libérés si les éléments sont maniés sans précaution. Ces défauts de précautions sont :

- court-circuits
- (re)charges,
- perforation avec un objet pointu,
- exposition à de hautes températures

**ATTENTION :** PILES ALCALINES ET PILES LITHIUM PEUVENT TOUTES LES DEUX EXPLOSER, SI ELLES SONT MANIPULEES SANS PRECAUTIONS. NE PAS LES DEMONTER, LES PERFORER, LES (RE)CHARGER OU LES INCINERER. NE PAS LES EXPOSER A DE HAUTES TEMPERATURES.

Les piles au chlorure thionyl lithium utilisées dans le flotteur PROVOR incorporent des conteneurs en acier scellés, des étiquettes d'avertissement et des systèmes d'événements pour se prémunir d'éventuelles libérations de leur contenu.

**ATTENTION :** SI LE CONTENU DE LA PILE EST DEVERSE DU FAIT DE MANQUE DE PRECAUTION, LES PRODUITS CHIMIQUES LIBERES INCLUENT DE L'ACIDE CHLORYDRIQUE (HCL) DANS LE CAS DE PILES LITHIUM ET DE L'HYDROXIDE DE POTASSIUM (KOH) DANS LE CAS DES PILES ALCALINES. CES PRODUITS CHIMIQUES PEUVENT CAUSER DES IRRITATIONS AUX YEUX ET AU NEZ ET DES BRULURES A LA CHAIR EXPOSÉE.

Les dangers présentés par ces produits chimiques sont comparables à ceux présentés par des matériels de nettoyage domestique tels que eau de javel, acide muriatique et nettoyeurs de four.

Inévitablement, le contenu de la pile sera par la suite libéré dans l'environnement, indépendamment du fait que les cellules auront été démontées délibérément ou simplement désintégrées naturellement. Du fait de leur nature fortement réactive, les matériaux des piles se désagrègent rapidement une fois libérés dans l'environnement. Ils ne posent pas de problème à long terme pour la menace de l'environnement. Il n'y a pas de métaux lourds ni de toxines chroniques dans les piles lithium du flotteur PROVOR. En fait, la méthode la plus sûre recommandée pour éliminer les piles lithium est de les écraser et de les diluer dans une quantité suffisante d'eau.

Les piles déchargées constituent un risque considérablement réduit car le processus qui les décharge consomme les produits chimiques qu'elles contiennent.

En résumé, les piles lithium du flotteur PROVOR ne posent pas, à long terme, de risques significatifs pour l'environnement. Les risques qu'elles représentent, sont des risques à court terme pour la sécurité des personnes qui les manipulent. Ces risques sont identiques à ceux posés par l'usage des produits domestiques communs. Ces risques sont réduits si les piles sont déchargées et ne sont réels que si elles sont manipulées sans précautions de manière abusive. Ces risques sont les mêmes que ceux présentés par les piles alcalines couramment utilisées par les consommateurs.

## 10. GLOSSAIRE

**CPU** ..... Central Processing Unit.  
 Dans le contexte du flotteur PROVOR, ce terme désigne la carte qui assure le lancement et le contrôle du système.

**COM1, COM2** ..... Ports communication série

**dbar** ..... 1/10 bar = 1 décibar  
 Unité de pression utilisée pour le flotteur PROVOR. Correspond à peu près à une profondeur de 1 m.

**IFREMER** ..... Institut Français pour la Recherche et l'Exploitation de la MER

**PC** ..... Personal Computer; IBM-PC compatible.

**CTD** ..... Celerity, Temperature, Depth  
 Pour salinité (vitesse), température et profondeur.

**PROVOR** ..... Nom donné au profileur de dérive développé par MARTEC et IFREMER.

**PTT** ..... Platform Terminal Transmitter  
 Electronique de l'émetteur Argos.

**Triplet** ..... Ensemble de trois mesures (Salinité, Température et Profondeur) relevées en même temps.

**RS232** ..... Standard largement reconnu pour l'exécution d'une liaison série communication de données

### **Complément à 2**

Un système pour la représentation des nombres négatifs dans la numération binaire. L'équivalent décimal d'un nombre binaire de "complément à 2" est calculé comme pour un nombre non signé, sauf que le poids du bit le plus significatif est  $-2^{n-1}$  au lieu de  $+2^{n-1}$

**VT52, VT100** ..... Video Terminal, type 52 ou 100  
 Terminaux d'ordinateurs développés par Digital Equipment Corporation (DEC). Considérés comme le standard dans ce domaine.

**PAGE BLANCHE**



Fabriqué par / Manufactured by



**MARTEC SERPE-IESM**

**Z.I. des Cinq Chemins**

**56520 GUIDEL - FRANCE**

**Telephone: +33 (0)2 97 02 49 49 Fax: +33 (0)2 97 65 00 20**

**Web : <http://www.martec.fr> - E-mail : [serpe-iesm@martec.fr](mailto:serpe-iesm@martec.fr)**